

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2005年8月4日 (04.08.2005)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2005/071939 A1

(51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H04N 1/40, B41J 5/30, G03G 21/04, G06T 1/00, H04N 1/387

(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/001176

(22) 国際出願日: 2005年1月21日 (21.01.2005)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願2004-14494 2004年1月22日 (22.01.2004) JP  
特願2004-41992 2004年2月18日 (18.02.2004) JP  
特願2004-55498 2004年2月27日 (27.02.2004) JP  
特願2004-67856 2004年3月10日 (10.03.2004) JP

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 阿部博 (ABE, Hiroshi) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 平井純 (HIRAI, Jun) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).

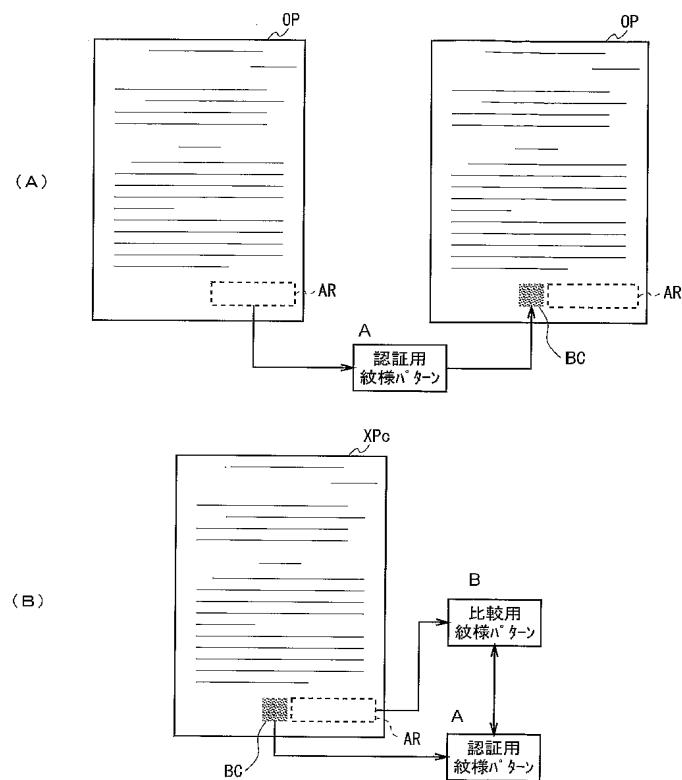
(74) 代理人: 田辺恵基 (TANABE, Shigemoto); 〒141-0032 東京都品川区大崎3丁目6番4号 トキワビル5階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE

[続葉有]

(54) Title: UNAUTHORIZED COPY PREVENTING DEVICE AND METHOD THEREOF, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 不正複製防止装置及びその方法並びにプログラム



A... PATTERN FOR AUTHENTICATION  
B... PATTERN FOR COMPARISON

(57) Abstract: There are provided an unauthorized copy preventing device, method, and program capable of easily protecting a printed content. A pattern (pattern characteristic amount) extracted from a pattern image on the original sensitized paper is stored on the original sensitized paper. When copying the printed content of the code-attached sensitized paper XPC, validity whether the original sensitized paper OP or not is decided according to the pattern stored in the sensitized paper XPC, so that presence/absence of the original can be checked by the pattern the sensitized paper itself has. Thus, it is possible to easily protect the printed content.

(57) 要約: 簡易に印画内容を保護し得る不正複製防止装置及びその方法並びにプログラムを提案する。オリジナル印画紙に有する紋様画像から抽出した紋様パターン(紋様特徴量)を当該オリジナル印画紙に記憶しておき、コード付印画紙XPCの印画内容の複製時に当該印画紙XPCに記憶された紋様パターンに基づいて、オリジナル印画紙OPであるか否かの正当性を検証するようにしたことにより、印画紙自体に有している紋様パターンによりオリジナルの有無を識別することができるため、特殊紙等を用いることなく簡易に不正複製を防止することができ、かくして簡易に印画内容を保護することができる。

WO 2005/071939 A1



SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ヨーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:  
— 國際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明細書

## 不正複製防止装置及びその方法並びにプログラム

## 技術分野

本発明は、不正複製防止装置及びその方法並びにプログラムに関し、紙に印画された内容の不正複製を防止する場合に適用して好適なものである。

## 背景技術

従来、紙は各種内容の印画対象として用いられ、当該内容（以下、これを印画内容と呼ぶ）が印画された印画紙は、例えば貨幣等の商品交換媒体、証明書等の内容証明媒体又は個人の著作物等の情報記憶媒体などの各種媒体として機能するため高い価値を有していることが多い。

このため、印画紙に印画された印画内容の不正複製を防止する各種対処策が考えられており、当該対処策として、例えば一般に用いられる用紙（以下、これを普通用紙と呼ぶ）に微細なIC（Integrated Circuit）チップを埋め込む、又は、普通用紙自体に特殊加工を施して特殊紙を生成する（例えば特許文献1参照）がある。

特許文献1 特開平2000-352913公報。

ところでかかる対処策では、その手法がいずれも煩雑であることから限定的な場所で印画内容を印画しなければならないため、例えば家庭やオフィス等においてある用紙に所定の印画内容を印画してオリジナルの印画紙を作成した場合には、当該印画内容の不正複製を防止することが困難となり、この結果、印画紙に印画された印画内容を適切に保護できないという問題があった。

## 発明の開示

本発明は以上の点を考慮してなされたもので、印画内容を適切に保護し得る不正複製防止装置及びその方法並びにプログラムを提案しようとするものである。

かかる課題を解決するため本発明においては、印画紙に印画された印画内容の不正複製を防止する不正複製防止装置において、印画紙に有する紋様に基づいて紋様情報を取得する取得手段と、当該取得手段により取得された紋様情報を印画紙に記憶する記憶手段と、当該記憶手段により記憶された紋様情報に基づいて、印画紙の正当性を検証する検証手段とを設けるようにした。

また本発明においては、印画紙に印画された印画内容の不正複製を防止する不正複製防止方法において、印画紙に有する紋様に基づいて紋様情報を取得する第1のステップと、取得した紋様情報を印画紙に記憶する第2のステップと、記憶した紋様情報に基づいて、印画紙の正当性を検証する第3のステップとを設けるようにした。

さらに本発明においては、制御装置に対して、所定の印画内容が印画された印画紙に有する紋様の撮像結果として得られた画像情報から紋様に基づく紋様情報を抽出する第1の処理と、抽出した紋様情報を印画紙に記憶させるようにする第2の処理と、紙に記憶された紋様情報に基づいて、印画紙の正当性を検証する第3の処理とを実行させるようにした。

さらに本発明においては、印画紙に印画された印画内容の不正複製を防止する不正複製防止装置において、印画紙に有する紋様を撮像する撮像手段と、撮像手段により撮像された結果得られる紋様画像における紋様を複数の領域に区割りし、区割りした各領域をそれぞれ所定の形状に表した紋様情報をとして抽出する抽出手段と、抽出手段により抽出された紋様情報を印画紙に記憶する記憶手段と、記憶手段により記憶された紋様情報に基づいて、印画紙の正当性を検証する検証手段とを設けるようにした。

また本発明においては、印画紙に印画された印画内容の不正複製を防止する不正複製防止方法において、印画紙に有する紋様を撮像する第1のステップと、

撮像した結果得られる紋様画像における紋様を複数の領域に区割りし、当区割りした各領域をそれぞれ所定の形状に表した紋様情報として抽出する第2のステップと、抽出した紋様情報を印画紙に記憶する第3のステップと、記憶した紋様情報に基づいて、印画紙の正当性を検証する第4のステップとを設けるようにした。

さらに本発明においては、制御装置に対して、所定の印画内容が印画された印画紙に有する紋様の撮像結果として得られた紋様画像の紋様を複数の領域に区割する第1の処理と、区割りした各領域をそれぞれ所定の形状に表した紋様情報として抽出する第2の処理と、抽出した紋様情報を印画紙に記憶させるようにする第3の処理と、紙に記憶された紋様情報に基づいて、印画紙の正当性を検証する第4の処理とを設けるようにした。

かかる課題を解決するため本発明においては、印画紙に印画された印画内容の不正複製を防止する不正複製防止装置において、印画紙に有する紋様を撮像する撮像手段と、撮像手段により撮像された結果得られる紋様画像の特徴を抽出する抽出手段と、抽出手段により抽出された特徴を印画紙に記憶する記憶手段と、記憶手段により記憶された特徴に基づいて紋様画像を再構成し、再構成した紋様画像に基づいて印画紙の正当性を検証する検証手段とを設けるようにした。

また本発明においては、印画紙に印画された印画内容の不正複製を防止する不正複製防止方法において、印画紙に有する紋様を撮像する第1のステップと、撮像した結果得られる紋様画像の特徴を抽出する第2のステップと、抽出した特徴を印画紙に記憶する第3のステップと、記憶した特徴に基づいて紋様画像を再構成し、再構成した紋様画像に基づいて印画紙の正当性を検証する第4のステップとを設けるようにした。

さらに本発明においては、制御装置に対して、所定の印画内容が印画された印画紙に有する紋様の撮像結果として得られた紋様画像の特徴を抽出する第1の処理と、抽出した特徴を印画紙に記憶させるようにする第2の処理と、印画紙に記憶された特徴に基づいて紋様画像を再構成する第3の処理と、再構成した紋様画

像に基づいて印画紙の正当性を検証する第4の処理とを実行させるようにした。

かかる課題を解決するため本発明においては、印画紙に印画された印画内容の不正複製を防止する不正複製防止装置において、印画紙に有する紋様を所定単位の領域に区割りする区割手段と、区割手段により区割された各領域それぞれについて、当該領域の輪郭上の点に基づいて輪郭に近似する曲線を生成するための複数の点を決定し、これら点を紋様情報として抽出する抽出手段と、抽出手段により抽出された紋様情報を印画紙に記憶する記憶手段と、記憶手段により記憶された紋様情報から各領域を再構築し、当該再構築した各領域を用いて印画紙の正当性を検証する検証手段とを設けるようにした。

また本発明においては、印画紙に印画された印画内容の不正複製を防止する不正複製防止方法において、印画紙に有する紋様を所定単位の領域に区割する第1のステップと、区割した各領域それぞれについて、当該領域の輪郭上の点に基づいて輪郭に近似する曲線を生成するための複数の点を決定し、これら点を紋様情報として抽出する第2のステップと、抽出手段により抽出された紋様情報を印画紙に記憶する第3のステップと、記憶手段により記憶された紋様情報から各領域を再構築し、当該再構築した各領域を用いて印画紙の正当性を検証する第4のステップとを設けるようにした。

さらに本発明においては、制御装置に対して、所定の印画内容が印画された印画紙に有する紋様の撮像結果として得られた紋様画像における紋様を所定単位の領域に区割りする第1の処理と、区割した各領域それぞれについて、当該領域の輪郭上の点に基づいて輪郭に近似する曲線を生成するための複数の点を決定し、これら点を紋様情報として抽出する第2の処理と、決定した点を紋様情報として印画紙に記憶する第3の処理と、印画紙に記憶された紋様情報から各領域を再構築し、当該再構築した各領域を用いて印画紙の正当性を検証する第4の処理とを設けるようにした。

以上のように本発明によれば、紙に有する紋様に基づいて得られた紋様情報を当該紙に記憶し、当該紋様情報に基づいて紙の正当性を検証するようにしたこと

により、印画紙自体に有している固有の紋様に基づく情報からオリジナルの有無を識別することができるため、特殊紙等を用いることなく簡易に不正複製を防止することができ、かくして印画内容を適切に保護することができる。

以上のように本発明によれば、紋様画像の紋様を複数の領域に区割し、これら領域をそれぞれ所定の形状に表した紋様情報として抽出して当該印画紙に記憶した後、当該印画紙に記憶された紋様情報に基づいて印画紙の正当性を検証するようにしたことにより、印画紙自体に有している固有の紋様における詳細な特徴に基づいて当該印画紙を精度良く識別させることができるために、特殊紙等を用いることなく高い確実性をもって簡易に不正複製を防止することができ、かくして印画内容を適切に保護することができる。

以上のように本発明によれば、所定の印画内容が印画された印画紙に有する紋様の撮像結果として得られた紋様画像の特徴を抽出し、抽出した特徴を印画紙に記憶させ、当該印画紙に記憶された特徴に基づいて紋様画像を再構成し、再構成した紋様画像に基づいて印画紙の正当性を検証するようにしたことにより、印画紙自体に有している固有の紋様に基づく情報からオリジナルの有無を識別することができ、特殊紙等を用いることなく簡易に不正複製を防止することができ、かくして印画内容を適切に保護することができる。

以上のように本発明によれば、印画紙に有する紋様を所定単位の領域に区割し、区割した各領域それぞれについて、当該領域の輪郭上の点に基づいて輪郭に近似する曲線を生成するための複数の点を決定し、これら点を紋様情報として印画紙に記憶しておき、この記憶された紋様情報に基づいて印画紙の正当性を検証するようにしたことにより、当該印画紙の紋様を精度良く再現することができため、特殊紙等を用いることなく高い確実性をもって簡易に不正複製を防止することができ、かくして印画内容を適切に保護することができる。

#### 図面の簡単な説明

図1は、紙の紋様を示す略線図である。

図 2 は、不正複製防止手法の説明に供する略線図である。

図 3 は、オリジナル印画紙からの複製の説明に供する略線図である。

図 4 は、本実施の形態による不正複製防止装置の構成を示すブロック図である。

図 5 は、第 1 の実施の形態による制御部の第 1 の処理形態の説明に供するブロック図である。

図 6 は、低域周波数成分の抽出の説明に供する略線図である。

図 7 は、画像の分離説明に供する略線図である。

図 8 は、輝度ヒストグラムに基づく画像分離の説明に供する略線図である。

図 9 は、白ダマ（黒ダマ）の区割りの説明に供する略線図である。

図 10 は、小ダマの除去の説明に供する略線図である。

図 11 は、特微量の算出の説明に供する略線図である。

図 12 は、実験結果（1）を示す略線図である。

図 13 は、2 次元バーコードの種類を示す略線図である。

図 14 は、ダマの照合（1）の説明に供する略線図である。

図 15 は、ダマの照合（2）の説明に供する略線図である。

図 16 は、ダマの結合又は分離の説明に供する略線図である。

図 17 は、ダマの結合の説明に供する略線図である。

図 18 は、ダマの分離の説明に供する略線図である。

図 19 は、実験結果（2）を示す略線図である。

図 20 は、第 1 の実施の形態による制御部の第 2 の処理形態の説明に供するブロック図である。

図 21 は、橍円近似による特微量の算出の説明に供する略線図である。

図 22 は、橍円近似によるダマの照合（1）の説明に供する略線図である。

図 23 は、橍円近似によるダマの照合（2）の説明に供する略線図である。

図 24 は、ダマの結合又は分離の説明に供する略線図である。

図 25 は、橍円近似によるダマの結合の説明に供する略線図である。

図26は、橢円近似によるダマの結合の説明に供する略線図である。

図27は、1の実施の形態による制御部の第3の処理形態の説明に供するブロック図である。

図28は、円近似による特徴量の算出の説明に供する略線図である。

図29は、円近似による特徴量のデータサイズを示す略線図である。

図30は、円近似によるダマの照合(1)の説明に供する略線図である。

図31は、円近似によるダマの結合の説明に供する略線図である。

図32は、円近似によるダマの分離の説明に供する略線図である。

図33は、第1の実施の形態による制御部の第4の処理形態の説明に供するブロック図である。

図34は、制御点列の決定の説明に供する略線図である。

図35は、データサイズの説明に供する略線図である。

図36は、ベジエ曲線の生成の説明に供する略線図である。

図37は、再構成ダマの生成の説明に供する略線図である。

図38は、位相限定相関結果を示す略線図である。

図39は、他の実施の形態によるベジエ曲線の生成の説明に供する略線図である。

図40は、認証処理手順を示すフローチャートである。

図41は、第2の実施の形態による制御部の処理形態の説明に供するブロック図である。

図42は、紋様パターンの抽出の説明に供する略線図である。

図43は、極小点及び極大点の検出の説明に供する略線図である。

図44は、極小点又は極大点のデータサイズを示す略線図である。

図45は、画像再構成の説明に供する略線図である。

図46は、ボロノイ分割の説明に供する略線図である。

図47は、小領域内における輝度値の決定の説明に供する略線図である。

図48は、画像再構成処理手順を示すフローチャートである。

図49は、低域紋様画像と再構成低域紋様画像を示す略線図である。

図50は、他の実施の形態による輝度ヒストグラムに基づく画像分離の説明に供する略線図である。

## 発明を実施するための最良の形態

### 不正複製防止手法（原理）

紙は、図1に示すように、纖維の複雑な絡み合いにより構成された固有の模様（以下、これを紋様と呼ぶ）を表面ではなく内部に有しており、この紋様は、光にかざすと視認できることからも分かるように、例えば透過型スキャナ等により画像（以下、これを紋様画像と呼ぶ）として得ることができる。

そこで本実施の形態による不正複製防止手法においては、この紋様画像に有する紋様のパターン（以下、これを紋様パターンと呼ぶ）を抽出し、当該紋様パターンを用いて印画紙に印画された印画内容の不正複製を防止する。

例えば図2（A）に示すように、不正複製防止装置は、オリジナルの印画紙（以下、これをオリジナル印画紙と呼ぶ）OPの紋様画像のうち、予め指定された領域（以下、これを指定領域と呼ぶ）ARに有する紋様パターンをオリジナル印画紙OPの認証情報として抽出する。

そして不正複製防止装置は、かかる紋様パターン（以下、これを認証用紋様パターンと呼ぶ）を2次元バーコード（以下、これを認証用紋様コードと呼ぶ）BCとしてオリジナル印画紙OPにおける印画紙面の一部に印画し、かくして認証用紋様パターンをオリジナル印画紙OPに記憶する。

一方、不正複製防止装置は、図2（B）に示すように、この認証用紋様コードBCが印画された印画紙（以下、これをコード付印画紙と呼ぶ）XPCの印画内容を複製する場合、当該コード付印画紙XPCの紋様画像のうち指定領域ARに有する紋様パターンを認証用紋様パターンとの比較情報として抽出する。

そして不正複製防止装置は、かかる紋様パターン（以下、これを比較用紋様パターンと呼ぶ）と、認証用紋様コードBCに基づく認証用紋様パターンとに基づ

いて照合するようにしてコード付印画紙X P cの正当性（オリジナル印画紙O Pの有無）を検証する。

ここで不正複製防止装置は、この照合結果として所定の合致率よりも高い合致率が得られた場合には、コード付印画紙X P cが正当なオリジナル印画紙O Pであると判断し、当該コード付印画紙X P cに印画された印画内容の複製を許可する。

これに対して不正複製防止装置は、所定の合致率よりも低い合致率が得られた場合には、コード付印画紙X P cがオリジナル印画紙O Pではなく複製印画紙であると判断し、当該コード付印画紙X P cに印画された印画内容の複製を禁止する。

従ってこの不正複製防止手法では、オリジナル印画紙O Pはその印画内容を制限なく複製することができるが、図3に示すように、当該印画内容が複製された複製印画紙には指定領域A Rに有する紋様パターンが複製されることはないため、複製印画紙はその印画内容（オリジナルの印画内容）を一切複製できないこととなる。

このようにしてこの不正複製防止手法においては、紋様パターン（認証用紋様パターン又は比較用紋様パターン）に基づいて、コード付印画紙X P c（図2（B））の正当性（オリジナル印画紙O Pの有無）を検証することにより、オリジナル印画紙O Pに印画された印画内容の不正複製を防止するようになされている。

#### 本実施の形態による不正複製防止装置の構成

図4において、1は本実施の形態による不正複製防止装置の全体構成を示し、この不正複製防止装置1全体の制御を司る制御部2に対してバス3を介してスキナ部4及びプリンタ部5が接続されることにより構成される。

この制御部2は、中央処理ユニット、ワークメモリ及び情報記憶メモリを有し、当該情報記憶メモリには、紙の各種規格サイズそれぞれに対する指定領域A R（図2）の位置情報（以下、これを領域位置情報と呼ぶ）、2次元バーコード用

の文字列情報（以下、これをコード文字列情報と呼ぶ）等の各種情報及びプログラムが記憶されている。そして制御部2は、ワークメモリにロードしたプログラムに従って、情報記憶メモリに記憶された各種情報を適宜用いて各種処理を実行するようになされている。

実際上、制御部2は、認証用紋様コードB C（図2（A））を印画させる所定の指令が操作部（図示せず）から与えられると、紋様画像読取コマンドをスキャナ部4に送出する。

そして制御部2は、このコマンドの応答結果として、スキャナ部4からオリジナル印画紙O P（図2（A））における紋様画像のデータ（以下、これをオリジナル紋様画像データと呼ぶ）D 1が与えられた場合、第1のモード（以下、このモードをコード印画モードと呼ぶ）に遷移する。

この場合、制御部2は、オリジナル紋様画像データD 1の紋様画像から認証用紋様パターンを抽出し、この認証用紋様パターンを2次元バーコード用の文字列データ（以下、これを認証用紋様コードデータと呼ぶ）D 2として生成し、これをプリンタ部5に送出する。この認証用紋様コードデータD 2は、プリンタ部5において、認証用紋様コードB C（図2（A））としてオリジナル印画紙O P（図2（A））に印画される。

また制御部2は、所定の複製指令が操作部から与えられると、紋様画像読取コマンド及びコード読取コマンドをスキャナ部4に送出する。

そして制御部2は、これらコマンドの応答結果として、スキャナ部4からコード付印画紙X P c（図2（B））における紋様画像のデータ（以下、これをコード付紋様画像データと呼ぶ）D 3と、当該コード付印画紙X P cに印画された認証用紋様コードB C（図2（A））の読取結果である認証用紋様コードデータD 2とが与えられた場合、第2のモード（以下、このモードを検証モードと呼ぶ）に遷移する。

この場合、制御部2は、コード付紋様画像データD 3の紋様画像から比較用紋様パターンを抽出し、この比較用紋様パターンと、認証用紋様コードデータD 2

に基づく認証用紋様パターンとを照合する。

そして制御部2は、所定の合致率よりも高い合致率が得られた場合にのみ複製許可コマンドを生成し、これをスキャナ部4に送出する。この場合、コード付印画紙X P c (図2 (B)) の印画内容がスキャナ部4において読み取られ、この印画内容はプリンタ部5において印画される。

このようにして制御部2は、オリジナル印画紙O Pから抽出した認証用紋様パターンを認証用紋様コードB Cとして当該オリジナル印画紙O Pに印画させ、当該印画させた認証用紋様コードB Cの認証用紋様パターンと一致する比較用紋様パターンを有するコード付印画紙X P cについてのみ、印画内容の複製を許可することができるようになされている。

一方、スキャナ部4は、透過モード、反射モード及びコード読取モードを有し、制御部2から紋様画像読取コマンドが与えられた場合には透過モード、また複製許可コマンドが与えられた場合には反射モード、さらにコード読取コマンドが与えられた場合にはコード読取モードをそれぞれ実行するようになされている。

実際上、スキャナ部4は、透過モード時には、原稿台に載置されたオリジナル印画紙O P又はコード付印画紙X P cに対して光を照射し、当該印画紙O P又はX P cを透過することにより得られる紋様投影光を光学系を介して固体撮像素子に結像する。そしてスキャナ部4は、この固体撮像素子から得られる紋様画像信号に対してA/D (A n a l o g / D i g i t a l) 変換処理等を施し、この結果得られたオリジナル紋様画像データD 1又はコード付紋様画像データD 3を制御部2に送出する。

またスキャナ部4は、反射モード時には、原稿台に載置されたオリジナル印画紙O Pに対して光を照射し、当該印画紙O Pを反射することにより得られる印画内容反射光を光学系を介して固体撮像素子に結像する。そしてスキャナ部4は、この固体撮像素子から得られる印画内容画像信号に対してA/D 変換処理等を施し、この結果得られた印画内容画像データD 4をプリンタ部5に送出する。

さらにスキャナ部4は、コード読取モード時には、当該スキャナ部4に接続さ

れた2次元コードリーダ<sub>4</sub> aを起動し、当該2次元コードリーダ<sub>4</sub> aにより読み取られることにより供給される認証用紋様コードデータD<sub>2</sub>を制御部<sub>2</sub>に送出する。

このようにしてスキャナ部<sub>4</sub>は、制御部<sub>2</sub>から与えられる各種コマンドに応じたモードを実行することにより、紋様画像、認証用紋様コードB C (図2)、又は印画内容を読み取ることができるようになされている。

他方、プリンタ部<sub>5</sub>は、2次元コード用のフォント情報(以下、これをコードフォント情報と呼ぶ)及び紙の各種規格サイズそれぞれに対する認証用紋様コードB C (図2)の位置情報(以下、これをコード位置情報と呼ぶ)等の各種情報を内部メモリに記憶しており、これら情報を適宜用いて印画処理を実行する。

この場合、プリンタ部<sub>5</sub>は、制御部<sub>2</sub>から認証用紋様コードデータD<sub>2</sub>が与えられると、この認証用紋様コードデータD<sub>2</sub>に対してパルス幅変調処理等を施し、この結果得られた印画データを印画ヘッド部に送出する。この結果、この印画データ、コードフォント情報及びコード位置情報に基づく印画ヘッド部の駆動により、このとき印画紙台にセットされた印画紙(オリジナル印画紙O P)の所定位置に認証用紋様コードB C (図2 (A))が印画されることとなる。

またプリンタ部<sub>5</sub>は、スキャナ部<sub>4</sub>から印画内容画像データD<sub>4</sub>が与えられると、この印画内容画像データD<sub>4</sub>に対してパルス幅変調処理等を施し、この結果得られた印画データを印画ヘッド部に送出する。この結果、この印画データに基づく印画ヘッド部の駆動により、このとき印画紙台にセットされた用紙にオリジナル印画紙O Pの印画内容が複製されることとなる。

このようにしてプリンタ部<sub>5</sub>は、制御部<sub>2</sub>から供給される認証用紋様コードデータD<sub>2</sub>に基づく認証用紋様コードB C (図2)を印画するとともに、印画内容画像データD<sub>4</sub>に基づく印画内容を複製することができるようになされている。制御部の処理。

ここで、かかる制御部<sub>2</sub>の処理を、第1の実施の形態と、第2の実施の形態とに分けてそれぞれ具体的に説明する。

## 第1の実施の形態による制御部の処理

この第1の実施の形態による制御部2の処理には、第1～第4の処理形態があるため、当該処理形態を順次説明することにする。

### 第1の処理形態

まず、この制御部2における第1の処理形態について説明する。

制御部2における第1の処理形態の処理内容を機能的に分類すると、図5に示すように、紋様画像から低域周波数成分の紋様画像（以下、これを低域紋様画像と呼ぶ）を抽出する低域周波数成分抽出部11と、当該低域紋様画像を低輝度成分の画像（以下、これを白成分紋様画像と呼ぶ）及び高輝度成分の画像（以下、これを黒成分紋様画像と呼ぶ）に分離する画像分離部12と、当該白成分紋様画像及び黒成分紋様画像に有する紋様を複数の領域に区割りする領域区割部13と、当該各領域それぞれの特徴量を算出するようにして紋様パターンを抽出する紋様パターン抽出部14と、当該紋様パターン（各特長量）を2次元バーコード変換する2次元コード変換部15と、当該紋様パターン（各特長量）を用いてコード付印画紙XPC（図2（B））の正当性を検証する照合部16とに分けることができる。

この場合、制御部2は、コード印画モード時には、スキャナ部4から与えられるオリジナル紋様画像データD1に対して低域周波数成分抽出部11、画像分離部12、領域区割部13、紋様パターン抽出部14及び2次元コード変換部15を順次介して各種処理を施し、この結果得られる認証用紋様コードデータD2をプリンタ部5に送出する。

また制御部2は、検証モード時には、スキャナ部4から与えられるコード付紋様画像データD3に対して低域周波数成分抽出部11、画像分離部12、領域区割部13及び紋様パターン抽出部14を順次介して各種処理を施した後、この処理結果と、スキャナ部4から与えられる認証用紋様コードデータD2に基づく照合処理を照合部16において行うようになされている。

以下、低域周波数成分抽出部11による低域周波数成分抽出処理、画像分離部

12による画像分離処理、領域区割部13による領域区割処理、紋様パターン抽出部14による紋様パターン抽出処理、2次元コード変換部15による2次元コード変換処理及び照合部16による照合処理を詳細に説明する。

#### 低域周波数成分抽出処理

低域周波数成分抽出部11は、例えば図6に示すように、オリジナル印画紙OP(図2(A))又はコード付印画紙XPc(図2(B))の紋様画像から指定領域AR(図2)の紋様画像(以下、これを領域紋様画像と呼ぶ)IM1(図6(A))を取得し、この領域紋様画像IM1から低域成分紋様画像IM2(図6(B))を抽出する。

具体的に低域周波数成分抽出部11は、内部メモリに記憶された領域位置情報に基づいて、スキャナ部4から与えられるオリジナル紋様画像データD1又はコード付紋様画像データD3から領域紋様画像IM1のデータを取得し、当該取得した領域紋様画像IM1のデータに対してフーリエ変換処理を施すことにより周波数成分のデータを生成する。

そして低域周波数成分抽出部11は、この周波数成分のデータに対して、所定閾値以上の高周波成分のデータ値を「0」とした後に逆フーリエ変換処理を施すことにより低域成分紋様画像IM2のデータ(以下、これを低域紋様画像データと呼ぶ)D11を生成し、これを画像分離部12に送出するようになされている。

このようにして低域周波数成分抽出部11は、低域成分紋様画像IM2を抽出することにより、例えばスキャナ部4での固体撮像素子のノイズ等、一般に画像の高周波成分に含まれる各種ノイズ成分を除去することができるようになされている。

この結果、低域周波数成分抽出部11は、各種ノイズ成分に起因する紋様パターン抽出部14での紋様パターン(特徴量)の抽出精度の低下を回避させることができるようになり、ひいては照合部16での照合処理の照合結果における信頼性を向上させることができるようになされている。

## 画像分離処理

画像分離部 12 は、例えば図 7 に示すように、低域周波数成分抽出部 11 において抽出された低域成分紋様画像 IM2 (図 7 (A)) を、白成分紋様画像 WIM (図 7 (B)) と、黒成分紋様画像 BIM (図 7 (C)) とに分離する。

具体的に画像分離部 12 は、低域周波数成分抽出部 11 から供給される低域紋様画像データ D11 の低域成分紋様画像 IM2 の輝度値を画素ごとに順次検出し、当該検出結果が所定の低輝度閾値 (以下、これを白閾値と呼ぶ) 以下の輝度値でなる画素 (以下、これを白画素と呼ぶ) 以外の画素を最も高い輝度レベルに変換するようにして白成分紋様画像 WIM (図 7 (B)) を抽出した後、この白成分紋様画像 WIM をデータ (以下、として白成分紋様画像データと呼ぶ) D12 として領域区割部 13 に送出する。

また画像分離部 12 は、低域成分紋様画像 IM2 における各画素の輝度値の検出結果が所定の高輝度閾値 (以下、これを黒閾値と呼ぶ) 以上となる輝度値を有する画素 (以下、これを黒画素と呼ぶ) 以外の画素を最も低い輝度レベルに変換するようにして黒成分紋様画像 BIM (図 7 (C)) を抽出し、この黒成分紋様画像 BIM をデータ (以下、これを黒成分紋様画像データと呼ぶ) D13 として領域区割部 13 に送出する。

このようにして画像分離部 12 は、白成分紋様画像 WIM (図 7 (B)) と、黒成分紋様画像 BIM (図 7 (C)) とに分離することにより、紋様の複雑さの程度を低減することができるようになされている。

この結果、画像分離部 12 は、複雑さの程度が大きいことに起因する紋様パターン抽出部 14 での紋様パターン (特徴量) の抽出精度の低下を回避させることができるようになり、ひいては照合部 16 での照合処理の照合結果における信頼性を向上させることができるようになされている。

かかる構成に加えてこの画像分離部 12 は、低域成分紋様画像 IM2 (図 7 (A)) に対する白成分紋様画像 WIM (図 7 (B)) 及び黒成分紋様画像 BIM (図 7 (C)) の面積比がそれぞれ例えば 20 [%] となるように白閾値及び黒

閾値を調整するようになされている。

具体的に画像分離部 12 は、低域成分紋様画像 IM2 における輝度値を画素ごとに順次検出して白成分紋様画像 WIM (図 7 (B)) 及び黒成分紋様画像 BIM (図 7 (C)) を抽出したとき、当該検出結果に基づいて、図 8 に示すように、低域成分紋様画像 IM2 における画素ごとの輝度値の分布を輝度ヒストグラムとして生成する。

そして画像分離部 12 は、この輝度ヒストグラムに基づいて、このとき抽出した白成分紋様画像 WIM (黒成分紋様画像 BIM) における白画素 (黒画素) の画素数が、低域成分紋様画像 IM2 (図 7 (A)) における全画素の 20 [%] (図 8 において破線部分) となっているか否かを判断する。

ここで画像分離部 12 は、この判断結果として白画素 (黒画素) の画素数が全画素の 20 [%] となっていた場合に白閾値 (黒閾値) を変動し、当該変動した白閾値 (黒閾値) に基づいて白成分紋様画像 WIM (黒成分紋様画像 BIM) を再度抽出する。

このようにして画像分離部 12 は、白画素及び黒画素の画素数が低域成分紋様画像 IM2 (図 7 (A)) における全画素の 20 [%] となるように白成分紋様画像 WIM (黒成分紋様画像 BIM) を抽出し、これを白成分紋様画像データ D12 (黒成分紋様画像データ D13) として領域区割部 13 に送出するようになされている。

これにより画像分離部 12 は、低域成分紋様画像 IM2 (図 7 (A)) の全画素数に基づいて相対的に白成分紋様画像 WIM (図 7 (B)) 及び黒成分紋様画像 BIM (図 7 (C)) を分離することができるため、例えば経年変化等により印画紙 (低域成分紋様画像 IM2) の色調が変化した場合であっても、当該色調の変化分を除去することができるようになされている。

この結果、この画像分離部 12 は、かかる色調の変化に起因する紋様パターン抽出部 14 での紋様パターン (特徴量) の抽出精度の低下を回避させることができるようになり、ひいては照合部 16 での照合処理の照合結果における信頼性を

向上させることができるようになされている。

### 領域区割処理

領域区割部 13 は、図 7 に示したように、白成分紋様画像 WIM (図 7 (B)) に有する紋様を、隣接する白画素の集合を単位とする領域 (以下、これを白ダマと呼ぶ) に区割りすると共に、黒成分紋様画像 BIM (図 7 (C)) に有する紋様を、隣接する黒画素の集合を単位とする領域 (以下、これを黒ダマと呼ぶ) に区割りする。

具体的に領域区割部 13 は、画像分離部 1.2 から供給される白成分紋様画像データ D1.2 の白成分紋様画像 WIM (図 7 (B)) から全ての白画素を検出した後、図 9 (A) に示すように、任意の注目画素 AP に隣接する上下左右方向の 4 画素及び斜め方向の 4 画素の計 8 画素 (以下、これを 8 近傍画素と呼ぶ) の白画素を順次連結していく。

そして領域区割部 13 は、例えば図 9 (B) に示すように、8 近傍画素に白画素が検出されなくなった時点で、これまで連結した白画素群に識別情報を対応付けて白ダマ WD<sub>1</sub>、WD<sub>2</sub>……、及び WD<sub>n</sub> を形成する。

また領域区割部 13 は、画像分離部 1.2 から供給される黒成分紋様画像データ D1.3 の黒成分紋様画像 BIM (図 7 (C)) についても白成分紋様画像 WIM (図 7 (B)) と同様にして複数の黒ダマ BD (BD<sub>1</sub>～BD<sub>n</sub>) を形成するようになされている。

このようにして領域区割部 13 は、白成分紋様画像 WIM (図 7 (B)) に有する紋様を複数の白ダマ WD (WD<sub>1</sub>～WD<sub>n</sub>) に区割りすると共に、黒成分紋様画像 BIM (図 7 (C)) に有する紋様を複数の黒ダマ BD (BD<sub>1</sub>～BD<sub>n</sub>) に区割りすることにより、当該紋様を細分化することができようになされている。

この結果、領域区割部 13 は、白成分紋様画像 WIM (図 7 (B)) 及び黒成分紋様画像 BIM (図 7 (C)) に有する紋様を細かく分析することができるようになるため、紋様パターン抽出部 1.4 での紋様パターン (特徴量) の抽出精度

を向上させることができるようになり、ひいては照合部 16 での照合処理の照合結果における信頼性を向上させることができるようになされている。

かかる構成に加えて領域区割部 13 は、例えば図 10 (A) に示すように、白成分紋様画像 WIM (図 7 (B)) に有する紋様を複数の白ダマ WD (WD<sub>1</sub> ~ WD<sub>n</sub>) に区割りした後、図 10 (B) に示すように、当該各白ダマ WD から予め規定された連結数以下となるダマ (以下、これを小ダマと呼ぶ) を除去するようになされており、当該除去した結果得られた白ダマ WD (WD<sub>1</sub> ~ WD<sub>n</sub>) をデータ (以下、これを白ダマデータと呼ぶ) D14 として紋様パターン抽出部 14 に送出する。

また領域区割部 13 は、黒ダマ BD (BD<sub>1</sub> ~ BD<sub>n</sub>) についても白ダマ WD (WD<sub>1</sub> ~ WD<sub>n</sub>) と同様にして小ダマを除去し、当該除去した結果得られた黒ダマ BD (BD<sub>1</sub> ~ BD<sub>n</sub>) をデータ (以下、これを黒ダマデータと呼ぶ) D15 として紋様パターン抽出部 14 に送出するようになされている。

これにより領域区割部 13 は、白成分紋様画像 WIM (図 7 (B)) 及び黒成分紋様画像 BIM (図 7 (C)) に有する紋様の特徴部分のみを白ダマ WD 及び黒ダマ BD として抽出することができるため、紋様パターン抽出部 14 での紋様パターン (特徴量) の抽出精度をより向上させることができるようになされている。

#### 紋様パターン抽出処理

紋様パターン抽出部 14 は、各白ダマ WD (WD<sub>1</sub> ~ WD<sub>n</sub>) 及び各黒ダマ BD (BD<sub>1</sub> ~ BD<sub>n</sub>) における形状の特徴量をそれぞれ算出するようにして、紋様パターンを抽出する。

この場合、紋様パターン抽出部 14 においては、白ダマ WD 及び黒ダマ BD それぞれの特徴量をそのまま算出するにはその形状が複雑であるため困難となることから、当該白ダマ WD 及び黒ダマ BD それぞれを矩形に近似させる。すなわち紋様パターン抽出部 14 は、図 11 に示すように、1 つ 1 つのダマ (白ダマ WD 又は黒ダマ BD) における中心座標 (x<sub>o</sub>, y<sub>o</sub>) 、長辺 l、短辺 w 及び長辺 l

と軸とのなす角度  $\theta$  (以下、これを矩形情報値と呼ぶ) を特徴量として算出するようになされている。

具体的に紋様パターン抽出部 14 は、領域区割部 13 から供給される白ダマデータ  $D_{14}$  の白ダマ  $WD$  ( $WD_1 \sim WD_n$ ) ごとに個々の特徴量を算出するようになされており、当該白ダマ  $WD$  を構成する画素の輝度値を  $I(x, y)$  とすると、次式

$$M_{p,q} = \sum_y \sum_x x^p y^q I(x, y) \quad \dots \dots (1)$$

によって定義される画像モーメント  $M_{p,q}$  に従って、1 次画像モーメント  $M_{0,0}$ 、2 次画像モーメント  $M_{1,0}$ 、 $M_{0,1}$  及び 3 次画像モーメント  $M_{2,0}$ 、 $M_{0,2}$ 、 $M_{1,1}$  を算出する。

そして紋様パターン抽出部 14 は、これら 1 次、2 次及び 3 次画像モーメント  $M_{0,0}$ 、 $M_{1,0}$ 、 $M_{0,1}$ 、 $M_{2,0}$ 、 $M_{0,2}$ 、 $M_{1,1}$  を用いて、中心座標  $(x_c, y_c)$  を、次式

$$x_c = \frac{M_{1,0}}{M_{0,0}} \quad \dots \dots (2)$$

$$y_c = \frac{M_{0,1}}{M_{0,0}}$$

に従って算出し、また長辺  $l$  及び短辺  $w$  を、次式

$$1 = \sqrt{6(a+c+\sqrt{b^2+(a-c)^2})} \quad \dots \dots (3)$$

$$w = \sqrt{6(a+c-\sqrt{b^2+(a-c)^2})}$$

に従って算出し、さらに角度  $\theta$  を、次式

$$\theta = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left( \frac{b}{a-c} \right) \quad \dots \dots (4)$$

$$\text{但し、 } a = \frac{M_{20}}{M_{00}} - x_c^2$$

$$b = 2 \left[ \frac{M_{11}}{M_{00}} - x_c y_c \right]$$

$$c = \frac{M_{02}}{M_{00}} - y_c^2$$

に従って算出する。

このようにして紋様パターン抽出部 14 は、白ダマWD (WD<sub>1</sub>～WD<sub>n</sub>) ごとの特徴量 (矩形情報値) をそれぞれ算出する。

また紋様パターン抽出部 14 は、領域区割部 13 から供給される黒ダマデータ D 15 の黒ダマBD (BD<sub>1</sub>～BD<sub>n</sub>) についても白ダマWD (WD<sub>1</sub>～WD<sub>n</sub>) と同様に、上述の (1) 式～(4) 式を用いて当該黒ダマBD ごとの特徴量 (矩形情報値) をそれぞれ算出するようになされている。

かくして算出された白ダマWD (WD<sub>1</sub>～WD<sub>n</sub>) 及び黒ダマBD (BD<sub>1</sub>～BD<sub>n</sub>)

$D_n$ ）それぞれの特徴量（以下、これを紋様特徴量と呼ぶ）は、領域紋様画像 I M 1（図 6（A））に有する紋様の特徴的な形状を表した値であるため、当該領域紋様画像 I M 1に含まれている紋様パターンの抽出結果そのものを意味することとなる。

そして紋様パターン抽出部 1 4は、コード印画モードである場合には、かかる紋様特徴量を認証用紋様パターンのデータ（以下、これを認証用紋様パターンデータと呼ぶ）D 1 6（図 5）として2次元コード変換部 1 5に送出し、これに対して検証モードである場合には、当該紋様特徴量を比較用紋様パターンのデータ（以下、これを比較用紋様パターンデータと呼ぶ）D 2 6（図 5）として照合部 1 6に送出するようになされている。

このように紋様パターン抽出部 1 4は、各白ダマWD及び各黒ダマBDのそれぞれの矩形情報値からなる紋様特徴量を算出するようにして、指定領域AR（図 2（A））に有する紋様パターン（認証用紋様パターン又は比較用紋様パターン）を抽出することができるようになされている。

## 2次元コード変換処理

2次元コード変換部 1 5は、認証用紋様パターン（紋様特徴量）を認証用紋様コードBC（図 2（A））としてオリジナル印画紙OPに記憶させる。

具体的に2次元コード変換部 1 5は、供給される認証用紋様パターンデータD 1 6の紋様特徴量（各白ダマWD及び各黒ダマBDそれぞれの矩形情報値）の小数点以下を切り捨て、この結果得られた紋様特徴量に対して、メモリに記憶されたコード文字列情報に基づく2次元バーコード変換処理を施すことにより認証用紋様コードデータD 2を生成し、これを所定のタイミングでプリンタ部5に送出する。

この結果、この認証用紋様コードデータD 2は、プリンタ部5において、印画紙台にセットされた印画紙（オリジナル印画紙OP）の所定位置に認証用紋様コードBC（図 2（A））として印画され、当該オリジナル印画紙OP（図 2（A））に認証用パターンが記録されることとなる。

なお、1つの白ダマ又は黒ダマB Dにおける矩形情報値（中心座標（ $x_c, y_c$ ）、長辺 $l$ 、短辺 $w$ 及び角度 $\theta$ ）が取り得るデータ範囲として、図12（A）に示すデータ範囲を想定した場合、当該1つの白ダマ又は黒ダマB Dにおける矩形情報値のデータサイズは、実験結果より、およそ9 [byte]（72 [bit]）となった。

そして、上述の低域周波数成分抽出処理、画像分離処理、領域区割処理及び紋様パターン抽出処理により冗長なデータが削減された結果得られた紋様特徴量（各白ダマWD及び各黒ダマB Dそれぞれの矩形情報値）のデータサイズは、図12（B）に示す実験結果からも明らかなように、平均で435 [byte]、最大で504 [byte] となった。

また既存の2次元バーコードは、図13からも明らかなように、およそ1～3 [Kbyte] のバイナリデータを2次元バーコード変換することができる。従って、2次元コード変換部15は、既存の2次元コードを適用した場合であっても、上述の低域周波数成分抽出処理、画像分離処理、領域区割処理及び紋様パターン抽出処理により冗長なデータを削減しているため、認証用紋様パターンデータD16を認証用紋様コードデータD2に適切に変換することができるようになされている。

#### 照合処理

照合部16は、図2（B）に示したように、コード付印画紙XPC（図2（B））から抽出された比較用紋様パターンと、認証用紋様コードBC（図2（B））に記憶されたオリジナル印画紙OPの認証用紋様パターンとを照合する。

実際上、照合部16は、紋様パターン抽出部14から供給される比較用紋様パターンデータD26の紋様特徴量（矩形情報値）によって表される白ダマWD及び黒ダマB D（以下、これを比較用ダマと呼ぶ）それぞれを、スキャナ部4から与えられる認証用紋様コードデータD2の紋様特徴量（矩形情報値）によって表される白ダマWD及び黒ダマB D（以下、これを認証用ダマと呼ぶ）と順次照合する。

ここで照合部 16 による具体的な照合処理を図 14 を用いて説明するが、説明の便宜上、ここではある 1 つの認証用ダマと、比較用ダマとの照合処理について説明する。

この図 14 は、矩形情報値（中心座標  $(x_c, y_c)$  、長辺  $l$  、短辺  $w$  及び長辺  $l$  と軸とのなす角度  $\theta$ ）によって表される矩形の位置関係を示したものであり、 $R_r$  は認証用ダマの矩形（破線）、 $S_r$  は認証用ダマの長辺  $l$  及び短辺  $w$  によって表される面積、 $g_r$  は認証用ダマの中心座標  $(x_c, y_c)$  によって表される中心、 $R$  は比較用ダマの矩形（実線）、 $S$  は比較用ダマの長辺  $l$  及び短辺  $w$  によって表される面積、 $g$  は比較用ダマの中心座標  $(x', y')$  によって表される中心をそれぞれ示したものである。

また  $d$  は、次式

$$d^2 = (x_c - x'_c)^2 + (y_c - y'_c)^2 \quad \dots \quad (5)$$

に従って算出される認証用ダマ及び比較用ダマの中心  $g_r$ 、 $g$  間における距離（以下、これを中心間距離と呼ぶ）を示し、 $\theta'$  は、認証用ダマにおける長辺  $l$  と軸とのなす角度  $\theta$  と比較用ダマにおける長辺  $l$  と軸とのなす角度  $\theta$ との差、即ち矩形  $R_r$  及び矩形  $R$  間における傾きの差（以下、これを矩形間傾き差と呼ぶ）を示し、図中の橢円は、比較用ダマを示したものである。

この図 14において、照合部 16 は、認証用ダマ及び比較用ダマ双方の矩形情報値に基づいて、認証用ダマの中心  $g_r$  が比較用ダマの矩形  $R$  内に存在し、かつ比較用ダマの中心  $g$  が認証用ダマの矩形  $R_r$  内に存在するか否かを判断する。

そして照合部 16 は、双方の中心  $g_r$ 、 $g$  が互いの矩形  $R$ 、 $R_r$  内に存在する場合には、中心間距離  $d$ 、矩形間傾き差  $\theta'$  及び認証用ダマの面積  $S_r$  と比較用ダマの面積  $S$  との差（以下、これをダマ面積差と呼ぶ）がそれぞれ所定の閾値以

下であるか否かを順次判断する。

ここで照合部 16 は、いずれも閾値以下であった場合には、認証用ダマと比較用ダマとは同一のダマであると判断し、これに対しても閾値以上であった場合には、認証用ダマと比較用ダマとは同一のダマではないと判断するようになされている。

但し、図 14 との対応部分に同一符号を付した図 15 に示すように、認証用ダマ及び比較用ダマ双方の矩形  $R_r$ 、 $R$  がともに正方形に近い場合、矩形間傾き差  $\theta'$  が略 90 度となるため、同一のダマであるにも係わらず異なるダマであると判断されるといった事態が起こり得る。

従って、照合部 16 は、かかる誤判断を防止する対処策として、認証用ダマの長辺  $l_r$  と短辺  $w_r$  との比及び比較用ダマの長辺  $l$  と短辺  $w$  との比がともに「1」に近い場合には、矩形間傾き差  $\theta_r - \theta$  (即ち、図 14 における  $\theta'$ ) が閾値以上であっても、ダマ面積差が閾値以下であれば、認証用ダマと比較用ダマとが同一のダマであると判断するようになされている。

このようにして照合部 16 は、コード付印画紙 XPC (図 2 (B)) から抽出された比較用紋様パターン (紋様特徴量 (矩形情報値) によって表される各比較用ダマ) と、認証用紋様コード BC (図 2 (B)) に記憶されたオリジナル印画紙 OP の認証用紋様パターン (紋様特徴量 (矩形情報値) によって表される各認証用ダマ) とを照合するようになされている。

そして照合部 16 は、この照合結果として所定の合致率よりも高い合致率が得られた場合には、比較用紋様画像に対応するコード付印画紙 XPC が正当なオリジナル印画紙 OP であると判断し、このとき複製許可コマンド COM (図 5) を生成してスキャナ部 4 (図 4) に送出する。

この結果、スキャナ部 4 では反射モードが実行され、このとき原稿台に載置されたオリジナル印画紙 OP (図 2 (A)) の印画内容が印画内容画像データ D4 としてプリンタ部 5 に送出され、かくしてプリンタ部 5 においてオリジナル印画紙 OP (図 2 (A)) の印画内容が用紙に複製されることとなる。

ここで、コード付印画紙X P c（図2（B））が正当なオリジナル印画紙O P（図2（A））であるにも係わらず、当該コード付印画紙X P cに基づく比較用ダマの合致率が低くなるといった事態を想定し得る。

これは、オリジナル印画紙O P（図2（A））に認証用コードB C（図2（B））を印画したときに比して、スキャナ部4の原稿台に載置したオリジナル印画紙O Pの位置や固体撮像素子に発生するノイズ等の変化あるいはオリジナル印画紙O Pの経年変化（以下、これらの変化を撮像状態時変化と呼ぶ）によって、認証用ダマに同一となるはずの比較用ダマが異なる状態で区割りされてしまうからである。

かかる代表的な区割例として、例えば図16に示すように、コード印画モード時に1つの認証用ダマとして区割りされたものが、検証モード時には互いに異なる2つの比較用ダマとして区割りされてしまう場合と、この場合とは逆に、コード印画モード時に区割りされていた2つの認証用ダマが、検証モード時には1つの比較用ダマとして区割りされてしまう場合とがある。これらの場合には、認証用ダマに対応するはずの比較用ダマの形状（矩形情報値）が異なり、この結果、比較用ダマの合致率が低くなるといった事態を引き起こすこととなる。

そこで照合部16は、かかる事態の対処策として、上述の照合処理結果として所定の合致率よりも低い合致率が得られた場合に、当該合致しなかった比較用ダマごとに結合照合処理及び分離照合処理を順次実行する。

この結合照合処理では、隣接する比較用ダマ同士が結合され、当該結合されたダマ（以下、これを比較用結合ダマと呼ぶ）と対応部分の認証用ダマとが照合され、一方、分離照合処理では、比較用ダマが分離され、当該分離された複数のダマ（以下、これを比較用分離ダマと呼ぶ）と対応部分の認証用ダマとが照合される。

これら結合照合処理及び分離照合処理のうち、まず、結合照合処理を図17を用いて具体的に説明するが、説明の便宜上、ここでは隣り合う2つの比較用ダマ同士を結合した比較用結合ダマと、認証用ダマとの結合照合処理について説明する。

この図17は、図14の場合と同様に矩形情報値（中心座標（ $x_c$ ,  $y_c$ ）、長辺1、短辺w及び長辺1と軸とのなす角度θ）によって表される矩形の位置関係を示したものであり、 $R_1$ 、 $R_2$ は比較用ダマの矩形（破線で示す）、 $g_1$ 、 $g_2$ は比較用ダマの中心座標（ $x_c$ ,  $y_c$ ）によって表される中心、 $R_M$ （ $R_r$ ）は比較用結合ダマ（認証用ダマ）の矩形（実線で示す）、 $g_r$ は認証用ダマの中心座標（ $x_c$ ,  $y_c$ ）によって表される中心をそれぞれ示したものである。

またGは、次式

$$X_c = \frac{\sum_{i=1}^n l_i w_i x_{ci}}{\sum_{i=1}^n l_i w_i} \quad \dots \dots (6)$$

$$Y_c = \frac{\sum_{i=1}^n l_i w_i y_{ci}}{\sum_{i=1}^n l_i w_i}$$

但し、 $i = (1 \sim n)$

に従って算出される比較用結合ダマの重心（ $x_G$ 、 $y_G$ ）を示し、dは（5）式に従って算出される比較用結合ダマの重心及び認証用ダマの中心間における中心間距離を示し、図中の橢円は、分離していた比較用ダマと、これらを結合した比較用結合ダマとを示したものである。

この図17において、照合部16は、結合しようとする比較用ダマそれぞれの中心 $g_1$ 、 $g_2$ が認証用ダマの矩形 $R_r$ （即ち、結合された比較用結合ダマの矩形 $R_M$ ）内に存在するか否かを判断し、当該矩形 $R_r$ 内に中心 $g_1$ 、 $g_2$ が存在する場合には、これら比較用ダマを結合結果となる比較用結合ダマにおける重心G（ $x_G$ 、 $y_G$ ）を求め、この重心Gと認証用ダマの中心 $g_r$ との間における中心間距

離  $d$  を求める。

そして照合部 16 は、この中心間距離  $d$  が所定の閾値以下であった場合には、分離していた比較用ダマの結合結果である比較用結合ダマと、認証用ダマとが同一のダマであると判断する。

このようにして照合部 16 は、照合処理により合致しなかった比較用ダマ同士を結合し、当該結合された比較用結合ダマを再度認証用ダマと照合するようになされている。

次に、分離照合処理を図 18 を用いて具体的に説明するが、説明の便宜上、ここでは 2 つの比較用分離ダマからなる比較用ダマと、認証用ダマとの分離照合処理について説明する。

この図 18 は、図 14 の場合と同様に矩形情報値（中心座標  $(x_c, y_c)$  、長辺  $l$  、短辺  $w$  及び長辺  $l$  と軸とのなす角度  $\theta$  ）によって表される矩形の位置関係を示したものであり、 $R$  は比較用ダマの矩形（破線で示す）、 $g$  は比較用ダマの中心座標  $(x_c, y_c)$  によって表される中心、 $R_{s1}$ 、 $R_{s2}$  ( $R_{r1}$ 、 $R_{r2}$ ) は比較用分離ダマ（認証用ダマ）の矩形（実線で示す）、 $g_{r1}$ 、 $g_{r2}$  は認証用ダマの中心座標  $(x_c, y_c)$  によって表される中心をそれぞれ示したものである。

また  $G$  は、（6）式に従って算出される比較用分離ダマの重心  $G$  ( $x_G, y_G$ ) を示し、 $d$  は（5）式に従って算出される比較用分離ダマの重心  $G$  及び比較用ダマの中心  $g$  間における中心間距離を示し、図中の機能円は、結合していた比較用ダマと、これらを分離した比較用分離ダマとを示したものである。

この図 18において、照合部 16 は、認証用ダマの中心  $g_{r1}$ 、 $g_{r2}$  が分離前の比較用ダマの矩形  $R$  内に存在するか否かを判断し、当該矩形  $R$  内に中心  $g_{r1}$ 、 $g_{r2}$  が存在する場合には、比較用ダマの分離結果となる比較用分離ダマにおける重心  $G$  ( $x_G, y_G$ ) を求め、この重心  $G$  と比較用ダマの中心  $g$  との間における中心間距離  $d$  を求める。

そして照合部 16 は、この中心間距離  $d$  が所定の閾値以下であった場合には、

結合していた比較用ダマを分離してなる2つの比較用分離ダマと、認証用ダマとが同一のダマであると判断するようになされている。

このようにして照合部16は、照合処理により合致しなかった比較用ダマを分離し、当該分離された比較用分離ダマを再度認証用ダマと照合するようになされている。

このように照合部16は、互いに隣り合うダマ同士を結合又は分離するようにしてダマを補正した後に再度照合することにより、撮像状態時変化による影響を排除することができるため、照合結果の信頼性を格段に向上させることができるようになされている。

なお、図19に実験結果を示す。この図19では、結合照合処理及び分離照合処理を実行しなかった場合（「処理1」）、結合照合処理のみを実行した場合（「処理2」）、結合照合処理及び分離照合処理をそれぞれ実行した場合（「処理3」）における結果を白ダマと黒ダマとに分けてそれぞれ10回行ったものである。

この図19からも明らかなように、結合照合処理及び分離照合処理をそれぞれ実行することにより照合結果の信頼性を格段に向上させることができることが分かる。

## 第2の処理形態

次に、この制御部2における第2の処理形態について説明する。

制御部2における第2の処理形態の処理内容を機能的に分類すると、図5との対応部分に同一符号を付した図20に示すように、低域周波数成分抽出部11、画像分離部12、領域区割部13及び2次元コード変換部15の各処理内容は上述の第1の処理形態と同一であるが、紋様パターン抽出部114と照合部116との処理内容が第1の処理形態とは異なる。

以下、紋様パターン抽出部114による紋様パターン抽出処理及び照合部116による照合処理を詳細に説明する。

紋様パターン抽出部114は、各白ダマWD（WD<sub>1</sub>～WD<sub>n</sub>）及び各黒ダマ

BD (BD<sub>1</sub>～BD<sub>n</sub>) それぞれを橢円形状に近似させる点で、当該白ダマWD及び各黒ダマBDを矩形状に近似させた紋様パターン抽出部114とは相違する。

実際上、紋様パターン抽出部114は、図21に示すように、1つ1つのダマ(白ダマWD及び各黒ダマBD)における中心座標(x<sub>c</sub>, y<sub>c</sub>)、長径r<sub>d<sub>a</sub></sub>、短径r<sub>d<sub>b</sub></sub>及び長径r<sub>d<sub>a</sub></sub>と水平軸とのなす角度Φ(以下、これらを橤円情報値と呼ぶ)を特徴量として算出するようになされている。

具体的に紋様パターン抽出部114は、領域区割部13から供給される白ダマデータD14の白ダマWD (WD<sub>1</sub>～WD<sub>n</sub>) ごとに個々の特徴量を算出するようになされており、当該白ダマWDを構成する画素の輝度値をI(x, y) とすると、次式(7)

$$MA_{pq} = \sum_y \sum_x x^p y^q I(x, y) \dots \quad (7)$$

によって定義される画像モーメントMA<sub>pq</sub>に従って、1次画像モーメントMA<sub>00</sub>、2次画像モーメントMA<sub>10</sub>、MA<sub>01</sub>及び3次画像モーメントMA<sub>20</sub>、MA<sub>02</sub>、MA<sub>11</sub>を算出する。

そして紋様パターン抽出部114は、これら1次、2次及び3次画像モーメントMA<sub>00</sub>、MA<sub>10</sub>、MA<sub>01</sub>、MA<sub>20</sub>、MA<sub>02</sub>、MA<sub>11</sub>を用いて、中心座標(x<sub>c</sub>, y<sub>c</sub>)を、次式(8)

$$x_c = \frac{MA_{10}}{MA_{00}} \dots \quad (8)$$

$$y_c = \frac{MA_{01}}{MA_{00}}$$

に従って算出し、また長径  $rd_a$  及び短径  $rd_b$  を、次式 (9)

$$rd_a = \sqrt{6(a + c + \sqrt{b^2 + (a - c)^2})} \quad \dots \quad (9)$$

$$rd_b = \sqrt{6(a + c - \sqrt{b^2 + (a - c)^2})}$$

に従って算出し、さらに角度  $\Phi$  を、次式 (10)

$$\Phi = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left( \frac{b}{a-c} \right) \quad \dots \quad (10)$$

但し  $a = \frac{MA_{20}}{MA_{00}} - xc^2$

$$b = 2 \left( \frac{\mathbf{MA}_{11}}{\mathbf{MA}_{00}} - x_c y_c \right)$$

$$c = \frac{\mathbf{MA}_{02}}{\mathbf{MA}_{00}} - y_c^2$$

に従って算出する。

このようにして紋様パターン抽出部 114 は、白ダマWD (WD<sub>1</sub>～WD<sub>n</sub>) ごとの特徴量 (橙円情報値) をそれぞれ算出する。

また紋様パターン抽出部 114 は、領域区割部 13 から供給される黒ダマデータ D 15 の黒ダマBD (BD<sub>1</sub>～BD<sub>n</sub>) についても白ダマWD (WD<sub>1</sub>～WD<sub>n</sub>) と同様に、上述の (7) 式～(10) 式を用いて当該黒ダマBDごとの特徴量 (橙円情報値) をそれぞれ算出するようになされている。

かくして算出された白ダマWD (WD<sub>1</sub>～WD<sub>n</sub>) 及び黒ダマBD (BD<sub>1</sub>～BD<sub>n</sub>) それぞれの特徴量 (以下、これを紋様特徴量と呼ぶ) は、領域紋様画像 IM 1 (図 6 (A)) に有する紋様の特徴的な形状を表した値であるため、当該領域紋様画像 IM 1 に含まれている紋様パターンの抽出結果そのものを意味することとなる。

そして紋様パターン抽出部 114 は、コード印画モードである場合には、かかる紋様特徴量を認証用紋様パターンのデータ (以下、これを認証用紋様パターンデータと呼ぶ) D 16 (図 20) として 2 次元コード変換部 15 に送出し、これに対して検証モードである場合には、当該紋様特徴量を比較用紋様パターンのデータ (以下、これを比較用紋様パターンデータと呼ぶ) D 26 (図 20) として照合部 116 に送出するようになされている。

このように紋様パターン抽出部 114 は、各白ダマWD 及び各黒ダマBD のそれぞれの橙円情報値からなる紋様特徴量を算出するようにして、指定領域 AR (

図2 (A) ) に有する紋様パターン (認証用紋様パターン又は比較用紋様パターン) を抽出することができるようになされている。

なお、1つの白ダマWD又は黒ダマBDにおける楕円情報値 (中心座標 ( $x_c$ ,  $y_c$ ) 、長径  $r_{d_a}$ 、短径  $r_{d_b}$  及び長径  $r_{d_a}$  と水平軸とのなす角度  $\Phi$ ) が取り得るデータ範囲としては、図12 (A) に示したデータ範囲を想定した場合、当該1つの白ダマWD又は黒ダマBDにおける楕円情報値のデータサイズは、図12 (A) に示した対応する値と同等となり、また、紋様特微量 (各白ダマWD及び黒ダマBDそれぞれの楕円情報値) のデータサイズも、図12 (B) に示した値と同等となる。

#### 照合処理

照合部116は、紋様パターン抽出部114から供給される比較用紋様パターンデータD26の紋様特微量 (楕円情報値) によって表される比較用ダマ (白ダマWD及び黒ダマBD) それを、スキヤナ部4から与えられる認証用紋様コードデータD2の紋様特微量 (楕円情報値) によって表される認証用ダマ (白ダマWD及び黒ダマBD) と順次照合する。

ここで照合部116による具体的な照合処理を図22を用いて説明するが、説明の便宜上、ここではある1つの認証用ダマと、比較用ダマとの照合処理について説明する。

この図22は、楕円情報値 (中心座標 ( $x_c$ ,  $y_c$ ) 、長径  $r_{d_a}$ 、短径  $r_{d_b}$  及び長径  $r_{d_a}$  と水平軸とのなす角度  $\Phi$ ) によって表される楕円形状の位置関係を示したものであり、 $E_{r_d}$ は認証用ダマの楕円 (破線) 、 $S_{r_d}$ は認証用ダマの長径  $r_{d_a}$  及び短径  $r_{d_b}$  によって表される面積、 $g_{r_d}$ は認証用ダマの中心座標 ( $x_c$ ,  $y_c$ ) によって表される中心、 $E$ は比較用ダマの楕円 (実線) 、 $S$ は比較用ダマの長径  $r_{d_a}$  及び短径  $r_{d_b}$  によって表される面積、 $g$ は比較用ダマの中心座標 ( $x'_c$ ,  $y'_c$ ) によって表される中心をそれぞれ示したものである。

また  $d_1$  は、次式 (11)

$$dl^2 = (x_c - x'_c)^2 + (y_c - y'_c)^2 \dots (11)$$

に従って算出される認証用ダマ及び比較用ダマの中心  $g_{rd}$ 、  $g$  間における距離（以下、これを中心間距離と呼ぶ）を示し、 $\Phi'$  は、認証用ダマにおける長径  $r_{da}$  と水平軸とのなす角度  $\Phi$  と比較用ダマにおける長径  $r_{d_a}$  と水平軸とのなす角度  $\Phi$  との差、即ち橜円  $E_{rd}$  及び橜円  $E$  間における傾きの差（以下、これを橜円間傾き差と呼ぶ）を示し、図中の三角形は、比較用ダマを示したものである。

この図 22において、照合部 116 は、認証用ダマ及び比較用ダマ双方の橜円情報値に基づいて、認証用ダマの中心  $g_{rd}$  が比較用ダマの橜円  $E$  内に存在し、かつ比較用ダマの中心  $g$  が認証用ダマの橜円  $E_{rd}$  内に存在するか否かを判断する。

そして照合部 116 は、双方の中心  $g_{rd}$ 、  $g$  が互いの橜円  $E$ 、  $E_{rd}$  内に存在する場合には、中心間距離  $d$ 、橜円間傾き差  $\Phi'$  及び認証用ダマの面積  $S_{rd}$  と比較用ダマの面積  $S$  との差（以下、これをダマ面積差と呼ぶ）がそれぞれ所定の閾値以下であるか否かを順次判断する。

ここで照合部 116 は、いずれも閾値以下であった場合には、認証用ダマと比較用ダマとは同一のダマであると判断し、これに対していずれか 1 つでも閾値以上であった場合には、認証用ダマと比較用ダマとは同一のダマではないと判断するようになされている。

但し、図 22 との対応部分に同一符号を付した図 23 に示すように、認証用ダマ及び比較用ダマ双方の橜円  $E_{rd}$ 、  $E$  がともに真円に近い場合、橜円間傾き差  $\Phi'$  が略 90 度となるため、同一のダマであるにも係わらず異なるダマであると判断されるといった事態が起こり得る。

従って、照合部 116 は、かかる誤判断を防止する対処策として、認証用ダマ

の長径  $r d_a$  と短径  $r d_b$  との比及び比較用ダマの長径  $r d_a$  と短径  $r d_b$  との比がともに「1」に近い場合には、橜円間傾き差  $\Phi_{rd} - \Phi$  (即ち、図23における  $\Phi'$ ) が閾値以上であっても、ダマ面積差が閾値以下であれば、認証用ダマと比較用ダマとが同一のダマであると判断するようになされている。

このようにして照合部116は、コード付印画紙XPc (図2 (B)) から抽出された比較用紋様パターン (紋様特徴量 (橜円情報値) によって表される各比較用ダマ) と、認証用紋様コードBC (図2 (B)) に記憶されたオリジナル印画紙OPの認証用紋様パターン (紋様特徴量 (橜円情報値) によって表される各認証用ダマ) とを照合するようになされている。

そして照合部116は、この照合結果として所定の合致率よりも高い合致率が得られた場合には、比較用紋様画像に対応するコード付印画紙XPcが正当なオリジナル印画紙OPであると判断し、このとき複製許可コマンドCOM (図5) を生成してスキャナ部4 (図4) に送出する。

この結果、スキャナ部4では反射モードが実行され、このとき原稿台に載置されたオリジナル印画紙OP (図2 (A)) の印画内容が印画内容画像データD4としてプリンタ部5に送出され、かくしてプリンタ部5においてオリジナル印画紙OP (図2 (A)) の印画内容が用紙に複製されることとなる。

ここで、撮像状態時変化によって、例えば図24に示すように、コード印画モード時に1つの認証用ダマとして区割りされたものが、検証モード時には互いに異なる2つの比較用ダマとして区割りされてしまう場合と、この場合とは逆に、コード印画モード時に区割りされていた2つの認証用ダマが、検証モード時には1つの比較用ダマとして区割りされてしまう場合とがある。これらの場合には、認証用ダマに対応するはずの比較用ダマの形状 (橜円情報値) が異なり、この結果、比較用ダマの合致率が低くなるといった事態を引き起こすこととなる。

そこで照合部116は、かかる事態の対処策として、上述の照合処理結果として所定の合致率よりも低い合致率が得られた場合に、当該合致しなかった比較用ダマごとに結合照合処理及び分離照合処理を順次実行するようになされている。

この結合照合処理では、隣接する比較用ダマ同士が結合され、当該結合されたダマ（以下、これを比較用結合ダマと呼ぶ）と対応部分の認証用ダマとが照合され、一方、分離照合処理では、比較用ダマが分離され、当該分離された複数のダマ（以下、これを比較用分離ダマと呼ぶ）と対応部分の認証用ダマとが照合される。

これら結合照合処理及び分離照合処理のうち、まず、結合照合処理を図25を用いて具体的に説明するが、説明の便宜上、ここでは隣り合う2つの比較用ダマ同士を結合した比較用結合ダマと、認証用ダマとの結合照合処理について説明する。

この図25は、図22の場合と同様に橜円情報値（中心座標 $(x_c, y_c)$ 、長径 $r_d_a$ 、短径 $r_d_b$ 及び長径 $r_d_a$ と水平軸とのなす角度 $\Phi$ ）によって表される橜円の位置関係を示したものであり、 $E_1, E_2$ は比較用ダマの橜円（破線で示す）、 $g_1, g_2$ は比較用ダマの中心座標 $(x_c, y_c)$ によって表される中心、 $E_{MA}(E_{rd})$ は比較用結合ダマ（認証用ダマ）の橜円（実線で示す）、 $g_{rd}$ は認証用ダマの中心座標 $(x_c, y_c)$ によって表される中心をそれぞれ示したものである。

またGは、次式（12）

$$x_c = \frac{\sum_{i=1}^n \pi r d_{ai} r d_{bi} x_{ci}}{\sum_{i=1}^n \pi r d_{ai} r d_{bi}} \dots (12)$$

$$y_c = \frac{\sum_{i=1}^n \pi r d_{ai} r d_{bi} y_{ci}}{\sum_{i=1}^n \pi r d_{ai} r d_{bi}}$$

但し  $i = (1 \sim n)$

に従って算出される比較用結合ダマの重心 $G$  ( $x_G$ 、  $y_G$ ) を示し、  $d_1$  は (1 1) 式と同様にして算出される比較用結合ダマの重心 $G$  及び認証用ダマの中心 $g_{r_d}$  間における中心間距離を示し、 図中の矩形は、 分離していた比較用ダマと、 これらを結合した比較用結合ダマとを示したものである。

この図 25において、 照合部 116 は、 結合しようとする比較用ダマそれぞれの中心 $g_1$ 、  $g_2$  が認証用ダマの橙円 $E_{r_d}$  (即ち、 結合された比較用結合ダマの橙円 $E_{MA}$ ) 内に存在するか否かを判断し、 当該橙円 $E_{r_d}$  内に中心 $g_1$ 、  $g_2$  が存在する場合には、 これら比較用ダマの結合結果となる比較用結合ダマにおける重心 $G$  ( $x_G$ 、  $y_G$ ) を求め、 この重心 $G$  と認証用ダマの中心 $g_{r_d}$ との間における中心間距離 $d$  を求める。

そして照合部 116 は、 この中心間距離 $d$  が所定の閾値以下であった場合には、 比較用結合ダマと、 認証用ダマとが同一のダマであると判断する。

このようにして照合部 116 は、 照合処理により合致しなかった比較用ダマ同士を結合し、 当該結合された比較用結合ダマを再度認証用ダマと照合するようになされている。

次に、 分離照合処理を図 26 を用いて具体的に説明するが、 説明の便宜上、 ここでは 2 つの比較用分離ダマからなる比較用ダマと、 認証用ダマとの分離照合処理について説明する。

この図 26 は、 図 22 の場合と同様に橙円情報値 (中心座標 ( $x_c$ 、  $y_c$ ) 、 長径 $r_{d_a}$ 、 短径 $r_{d_b}$  及び長径 $r_{d_a}$  と水平軸とのなす角度 $\Phi$ ) によって表される橙円の位置関係を示したものであり、  $E$  は比較用ダマの橙円 (破線で示す) 、  $g$  は比較用ダマの中心座標 ( $x_c$ 、  $y_c$ ) によって表される中心、  $E_{s1}$ 、  $E_{s2}$  ( $E_{r_{d1}}$ 、  $E_{r_{d2}}$ ) は比較用分離ダマ (認証用ダマ) の橙円 (実線で示す) 、  $g_{r_d1}$ 、  $g_{r_d2}$  は認証用ダマの中心座標 ( $x_c$ 、  $y_c$ ) によって表される中心をそれぞれ示したものである。

また $G$  は、 (12) 式と同様にして算出される比較用分離ダマの重心 $G$  ( $x_G$

、 $y_G$ ）を示し、 $d_1$ は（11）式と同様にして算出される比較用分離ダマの重心 $G$ 及び比較用ダマの中心 $g$ 間における中心間距離を示し、図中の矩形は、結合していた比較用ダマと、これらを分離した比較用分離ダマとを示したものである。

この図26において、照合部116は、認証用ダマの中心 $g_{rd1}$ 、 $g_{rd2}$ が分離前の比較用ダマの橜円E内に存在するか否かを判断し、当該橜円E内に中心 $g_{rd1}$ 、 $g_{rd2}$ が存在する場合には、比較用ダマの分離結果となる比較用分離ダマにおける重心 $G$ （ $x_G$ 、 $y_G$ ）を求め、この重心 $G$ と比較用ダマの中心 $g$ との間における中心間距離 $d$ を求める。

そして照合部116は、この中心間距離 $d_1$ が所定の閾値以下であった場合には、比較用分離ダマと、認証用ダマとが同一のダマであると判断するようになされている。

このようにして照合部116は、照合処理により合致しなかった比較用ダマを分離し、当該分離された比較用分離ダマを再度認証用ダマと照合するようになされている。

このように照合部116は、互いに隣り合うダマ同士を結合及び又は分離するようにしてダマを補正した後に再度照合することにより、撮像状態時変化による影響を排除することができるため、照合結果の信頼性を格段に向上させることができるようになされている。

### 第3の処理形態

次に、この制御部2における第3の処理形態について説明する。

制御部2における第3の処理形態の処理内容を機能的に分類すると、図5との対応部分に同一符号を付した図27に示すように、低域周波数成分抽出部11、画像分離部12、領域区割部13及び2次元コード変換部15の各処理内容は上述の第1の処理形態と同一であるが、紋様パターン抽出部214と照合部216との処理内容が第1の処理形態とは異なる。

以下、紋様パターン抽出部214による紋様パターン抽出処理及び照合部21

6による照合処理を詳細に説明する。

紋様パターン抽出部214は、各自白ダマWD（WD<sub>1</sub>～WD<sub>n</sub>）及び各黒ダマBD（BD<sub>1</sub>～BD<sub>n</sub>）それぞれを円形状に近似させる点で、当該白ダマWD及び各黒ダマBDを矩形状に近似させた紋様パターン抽出部14とは相違する。

実際に、紋様パターン抽出部214は、領域区割部13から供給される白ダマデータD14の白ダマWD（WD<sub>1</sub>～WD<sub>n</sub>）ごとに（7）式に従って1次画像モーメントMA<sub>00</sub>及び2次画像モーメントMA<sub>10</sub>、MA<sub>01</sub>を算出する。

そして紋様パターン抽出部214は、図28に示すように、各自白ダマWDの中心座標（x<sub>c</sub>、y<sub>c</sub>）を、対応する1次及び2次画像モーメントMA<sub>00</sub>、MA<sub>10</sub>、MA<sub>01</sub>を用いて（9）式に従って算出すると共に半径rdを次式（13）

$$rd = \sqrt{\frac{MA_{00}}{\pi}} \dots (13)$$

に従って算出するようにして、1つ1つのダマ（白ダマWD又は黒ダマBD）における中心座標（x<sub>c</sub>、y<sub>c</sub>）及び半径rd（以下、これらを円情報値と呼ぶ）を特徴量として算出する。

また紋様パターン抽出部214は、領域区割部13から供給される黒ダマデータD15の黒ダマBD（BD<sub>1</sub>～BD<sub>n</sub>）についても白ダマWD（WD<sub>1</sub>～WD<sub>n</sub>）と同様に、上述の（11）式、（12）式及び（13）式に従って、当該黒ダマBDごとの円情報値（中心座標（x<sub>c</sub>、y<sub>c</sub>）及び半径rd）を算出するようになされている。

この後、紋様パターン抽出部214は、これら白ダマWDごとの円情報値（中心座標（x<sub>c</sub>、y<sub>c</sub>）及び半径rd）からなる紋様特徴量と、黒ダマBDごとの円情報値からなる紋様特徴量とを、コード印画モードである場合には認証用紋様パターンデータD16（図27）として2次元コード変換部15に送出し、これ

に対して検証モードである場合には比較用紋様パターンデータD 2 6（図27）として照合部216に送出するようになされている。

このように紋様パターン抽出部214は、矩形情報値を算出する紋様パターン抽出部14（図5）又は橜円情報値を算出する紋様パターン抽出部114（図20）に比して、算出項目として第3次画像モーメント $MA_{20}$ 、 $MA_{02}$ 、 $MA_{11}$ 、長径 $r_d_a$ （又は短径 $r_d_b$ ）及び長径 $r_d_a$ と水平軸とのなす角度 $\Phi$ を省くことができる分、紋様パターンデータD 1 6、D 2 6を生成するまでの処理負荷を格段に低減することができるようになされている。

また、1つの白ダマWD又は黒ダマBDにおける円情報値（中心座標（ $x_c$ 、 $y_c$ ）及び半径 $r_d$ ）が取り得るデータ範囲として、図29に示す実験結果からも明らかなように、図12（A）と同じデータ範囲を想定した場合、当該1つの白ダマWD又は黒ダマBDにおける円情報値のデータサイズは、矩形情報値（橜円情報値）のデータサイズ（図12（A））に比して、およそ24[b i t]も少なくすることができた。

これにより紋様パターン抽出部214は、図12（B）に示したダマ（白ダマ及び黒ダマ）数を参照しても分かるように、紋様パターンデータD 1 6、D 2 6のデータ量を格段に抑えることができるようになされている。

従って紋様パターン抽出部214は、紋様パターンデータD 1 6に基づく2次元バーコードBCのオリジナル印画紙OPへの印画をより早く行わせることができるようになるため、当該印画するまでの待ち時間をより短縮させることができようになされている。また紋様パターン抽出部214は、紋様パターンデータD 1 6及びD 2 6の照合もより早く行わせることができるようになるため、当該照合時の待ち時間を短縮させてより早くオリジナル印画紙に印画された印画内容を複製させることができようになされている。

#### 照合処理

照合部216は、紋様パターン抽出部214から供給される比較用紋様パターンデータD 2 6の紋様特徴量（円情報値）によって表される白ダマWD及び黒ダ

マ B D (比較用ダマ) それぞれを、スキヤナ部 4 から与えられる認証用紋様コードデータ D 2 の紋様特徴量 (円情報値) によって表される白ダマ WD 及び黒ダマ BD (認証用ダマ) と順次照合する。

ここで照合部 216 による具体的な照合処理を説明するが、ここでは図 22 を用いて説明した場合と同様に、ある 1 つの認証用ダマと、比較用ダマとの照合処理について図 30 を用いて説明する。

この図 30 は、円情報値 (中心座標  $(x_c, y_c)$  、半径  $r_d$ ) によって表される円形状の位置関係を示したものであり、 $C_{r_d}$  は認証用ダマの円 (破線) 、 $S_{r_d}$  は認証用ダマの半径  $r_d$  に基づいて表される面積、 $g_{r_d}$  は認証用ダマの中心座標  $(x_c, y_c)$  によって表される中心、 $C$  は比較用ダマの円 (実線) 、 $S$  は比較用ダマの半径  $r_d$  に基づいて表される面積、 $g$  は比較用ダマの中心座標  $(x_c, y_c)$  によって表される中心をそれぞれ示したものである。

また  $d_2$  は (11) 式と同様にして算出される認証用ダマ及び比較用ダマの中心間距離を示し、図中の三角形は、比較用ダマを示したものである。

この図 30 において、照合部 216 は、認証用ダマ及び比較用ダマ双方の円情報値に基づいて、認証用ダマの中心  $g_{r_d}$  が比較用ダマの円  $C$  内に存在し、かつ比較用ダマの中心  $g$  が認証用ダマの円  $C_{r_d}$  内に存在するか否かを判断する。

そして照合部 216 は、双方の中心  $g_{r_d}$  、 $g$  が互いの橢円  $C$  、 $C_{r_d}$  内に存在する場合には、中心間距離  $d$  及び認証用ダマの面積  $S_{r_d}$  と比較用ダマの面積  $S$  とのダマ面積差がそれぞれ所定の閾値以下であるか否かを順次判断する。

ここで照合部 216 は、いずれも閾値以下であった場合には、認証用ダマと比較用ダマとは同一のダマであると判断し、これに対していずれか 1 つでも閾値以上であった場合には、認証用ダマと比較用ダマとは同一のダマではないと判断するようになされている。

なお、照合部 216 は、中心座標  $(x_c, y_c)$  及び半径  $r_d$  のみに基づいて照合処理を行っているため、図 23 について上述したような誤判断を防止するための処理を行うことなくダマ同士 (認証用ダマと比較用ダマ) の同一性の有無を

判断することができ、これにより照合処理の負荷及び誤判断率を低減することができるようになされている。

このようにして照合部 216 は、コード付印画紙 X P c (図 2 (B)) から抽出された比較用紋様パターン (紋様特徴量 (円情報値) によって表される各比較用ダマ) と、認証用紋様コード B C (図 2 (B)) に記憶されたオリジナル印画紙 O P の認証用紋様パターン (紋様特徴量 (円情報値) によって表される各認証用ダマ) とを照合するようになされている。

そして照合部 216 は、この照合結果として所定の合致率よりも高い合致率が得られた場合には、比較用紋様画像に対応するコード付印画紙 X P c が正当なオリジナル印画紙 O P であると判断し、このとき複製許可コマンド C O M を生成してスキャナ部 4 (図 4) に送出する。

この結果、スキャナ部 4 では反射モードが実行され、このとき原稿台に載置されたオリジナル印画紙 O P (図 2 (A)) の印画内容が印画内容画像データ D 4 としてプリンタ部 5 に送出され、かくしてプリンタ部 5 においてオリジナル印画紙 O P (図 2 (A)) の印画内容が用紙に複製される。

これに対して照合部 216 は、撮像状態時変化等により、照合処理結果として所定の合致率よりも低い合致率が得られた場合には、第 1 又は第 2 の処理形態において上述した場合と同様に、当該合致しなかった比較用ダマごとに結合照合処理及び分離照合処理を順次実行するようになされている。

かかる結合照合処理及び分離照合処理のうち、まず、結合照合処理について説明するが、ここでは図 25 を用いて説明した場合と同様に、隣り合う 2 つの比較用ダマ同士を結合した比較用結合ダマと、認証用ダマとの結合照合処理について図 31 を用いて説明する。

この図 31 は、図 30 の場合と同様に円情報値 (中心座標 ( $x_c, y_c$ )、半径  $r_d$ ) によって表される円形状の位置関係を示したものであり、 $C_1, C_2$  は比較用ダマの円 (破線で示す)、 $g_1, g_2$  は比較用ダマの中心座標 ( $x_c, y_c$ ) によって表される中心、 $C_{MA} (C_{r_d})$  は比較用結合ダマ (認証用ダマ) の円

(実線で示す)、 $g_{rd}$ は認証用ダマの中心座標 ( $x_c$ ,  $y_c$ ) によって表される中心をそれぞれ示したものである。

またGは、(12)式と同様にして算出される比較用結合ダマの重心G ( $x_G$ ,  $y_G$ ) を示し、 $d_2$ は(11)式と同様にして算出される比較用結合ダマの重心G及び認証用ダマの中心  $g_{rd}$  間における中心間距離を示し、図中の矩形は、分離していた比較用ダマと、これらを結合した比較用結合ダマとを示したものである。

この図31において、照合部216は、結合しようとする比較用ダマそれぞれの中心  $g_1$ 、 $g_2$ が認証用ダマの円  $C_{rd}$  (即ち、結合された比較用結合ダマの円  $C_{MA}$ ) 内に存在するか否かを判断し、当該円  $C_{rd}$  内に中心  $g_1$ 、 $g_2$  が存在する場合には、これら比較用ダマの結合結果となる比較用結合ダマにおける重心G ( $x_G$ ,  $y_G$ ) を求め、この重心Gと認証用ダマの中心  $g_{rd}$  との間における中心間距離  $d_2$  を求める。

そして照合部216は、この中心間距離  $d$  が所定の閾値以下であった場合には、比較用結合ダマと、認証用ダマとが同一のダマであると判断する。

このようにして照合部216は、照合処理により合致しなかった比較用ダマ同士を結合し、当該結合された比較用結合ダマを再度認証用ダマと照合するようになされている。

次に、分離照合処理を説明するが、ここでは図26を用いて説明した場合と同様に、2つの比較用分離ダマからなる比較用ダマと、認証用ダマとの分離照合処理について図32を用いて説明する。

この図32は、円情報値 (中心座標 ( $x_c$ ,  $y_c$ )、半径  $r_d$ ) によって表される円形状の位置関係を示したものであり、Cは比較用ダマの円 (破線で示す)、 $g$ は比較用ダマの中心座標 ( $x_c$ ,  $y_c$ ) によって表される中心、 $C_{s1}$ 、 $C_{s2}$  ( $C_{rd1}$ 、 $C_{rd2}$ ) は比較用分離ダマ (認証用ダマ) の円 (実線で示す)、 $g_{rd1}$ 、 $g_{rd2}$ は認証用ダマの中心座標 ( $x_c$ ,  $y_c$ ) によって表される中心をそれぞれ示したものである。

またGは、(12)式と同様にして算出される比較用分離ダマの重心G( $x_G$ 、 $y_G$ )を示し、d2は(11)式と同様にして算出される比較用分離ダマの重心G及び比較用ダマの中心g間における中心間距離を示し、図中の矩形は、結合していた比較用ダマと、これらを分離した比較用分離ダマとを示したものである。

この図32において、照合部216は、認証用ダマの中心 $g_{rd1}$ 、 $g_{rd2}$ が分離前の比較用ダマの橜円C内に存在するか否かを判断し、当該橜円C内に中心 $g_{rd1}$ 、 $g_{rd2}$ が存在する場合には、比較用ダマの分離結果となる比較用分離ダマにおける重心G( $x_G$ 、 $y_G$ )を求め、この重心Gと比較用ダマの中心gとの間における中心間距離dを求める。

そして照合部216は、この中心間距離d2が所定の閾値以下であった場合には、比較用分離ダマと、認証用ダマとが同一のダマであると判断するようになされている。

このようにして照合部216は、照合処理により合致しなかった比較用ダマを分離し、当該分離された比較用分離ダマを再度認証用ダマと照合するようになされている。

このように照合部216は、互いに隣り合うダマ同士を結合及び又は分離するようにしてダマを補正した後に再度照合することにより、撮像状態時変化による影響を排除することができるため、照合結果の信頼性を格段に向上させることができるようになされている。

#### 第4の処理形態

次に、この制御部2における第4の処理形態について説明する。

制御部2における第4の処理形態の処理内容を機能的に分類すると、図5との対応部分に同一符号を付した図33に示すように、低域周波数成分抽出部11、画像分離部12及び2次元コード変換部15の各処理内容は上述の第1の処理形態と同一であるが、領域区割部313、紋様パターン抽出部314と照合部316との処理内容が第1の処理形態とは異なる。

以下、領域区割部 313 による領域区割処理、紋様パターン抽出部 314 による紋様パターン抽出処理及び照合部 316 による照合処理を詳細に説明する。

#### 領域区割処理

領域区割部 313 は、コード印画モード時及び検証モード時ともに、画像分離部 12 から供給される白成分紋様画像データ D12 を白ダマデータ D14 として生成し、当該画像分離部 12 から供給される黒成分紋様画像データ D13 を黒ダマデータ D15 として生成する点で、領域区割部 13 と同一の処理内容である。

しかしこの領域区割部 313 では、かかる白ダマデータ D14 及び黒ダマデータ D15 の送出先が領域区割部 13 とは相違している。すなわち、領域区割部 13 は、コード印画モード時及び検証モード時ともに白ダマデータ D14 及び黒ダマデータ D15 をそのまま紋様パターン抽出部 14 に送出していたのに対し、この領域区割部 313 は、コード印画モード時には紋様パターン抽出部 314 に送出し、検証モード時には照合部 316 に送出するようになされている。

#### 紋様パターン抽出処理

紋様パターン抽出部 314 は、各白ダマ WD ( $WD_1 \sim WD_n$ ) 及び各黒ダマ BD ( $BD_1 \sim BD_n$ ) それぞれの形状自体に近似させる点で、当該白ダマ WD 及び各黒ダマ BD を矩形状に近似させた紋様パターン抽出部 14 とは相違する。

実際上、紋様パターン抽出部 314 は、各白ダマ WD ( $WD_1 \sim WD_n$ ) 及び各黒ダマ BD ( $BD_1 \sim BD_n$ ) それぞれについて、当該ダマの外周上における点（以下、これをダマ外周点と呼ぶ）に基づいてベジエ曲線（bezier curve）を生成するための制御点列を決定し、これら制御点列を紋様パターンとして抽出する。

具体的に紋様パターン抽出部 314 は、領域区割部 313 から供給される白ダマデータ D14 の白ダマ WD ( $WD_1 \sim WD_n$ ) 及び黒ダマデータ D15 の黒ダマ BD ( $BD_1 \sim BD_n$ ) における面積（以下、これをダマ総合面積と呼ぶ）を画素数に基づいて算出し、予め内部メモリに保持されたダマ総合面積（画素数）と正方格子の格子サイズ及びベジエ曲線の次数との対応テーブルを参照して、こ

のとき検出した画素数に対応する格子サイズ及びベジエ曲線の次数に切り替える。

そして紋様パターン抽出部 314 は、このとき切り替えた格子サイズの正方格子で白ダマデータ D14 の指定領域 AR 及び黒ダマデータ D15 の指定領域 AR をそれぞれ区切ると共に、このとき切り替えた n 次のベジエ曲線を生成するための「n+1」個の制御点からなる制御点列を、当該指定領域 AR 内に有する白ダマ WD 及び黒ダマ BD それぞれについて決定する。

ここで、かかる制御点列の決定手法を具体的に説明するが、説明の便宜上、ここでは白ダマ WD<sub>1</sub>について、3 次のベジエ曲線を生成するための 4 個の制御点からなる制御点列を決定する場合を図 34 を用いて説明する。

この図 34において、紋様パターン抽出部 314 は、正方格子と、白ダマ WD<sub>1</sub> の外周との交点 P<sub>1</sub>～P<sub>12</sub> を制御点として認識し、例えば制御点 P<sub>1</sub> を最初の始点として、隣接する 4 個の制御点を制御点列 P<sub>1</sub>～P<sub>4</sub>、P<sub>4</sub>～P<sub>7</sub>、P<sub>7</sub>～P<sub>10</sub>、P<sub>10</sub>～P<sub>12</sub> として順次選択する。

この場合、紋様パターン抽出部 314 は、各制御点列 P<sub>1</sub>～P<sub>4</sub>、P<sub>4</sub>～P<sub>7</sub>、P<sub>7</sub>～P<sub>10</sub>、P<sub>10</sub>～P<sub>12</sub> の終点（制御点 P<sub>4</sub>、P<sub>7</sub>、P<sub>10</sub>）を次の制御点列の始点（制御点 P<sub>4</sub>、P<sub>7</sub>、P<sub>10</sub>）として選択するようになされており、また最後の制御点列 P<sub>10</sub>～P<sub>12</sub> では 3 個の制御点をそのまま制御点列として選択するようになされている。

しかし、これら制御点列 P<sub>1</sub>～P<sub>4</sub>、P<sub>4</sub>～P<sub>7</sub>、P<sub>7</sub>～P<sub>10</sub>、P<sub>10</sub>～P<sub>12</sub> をそのまま白ダマ WD<sub>1</sub> についての制御点列として決定した場合、当該制御点列 P<sub>1</sub>～P<sub>12</sub> から生成されるベジエ曲線は、白ダマ WD<sub>1</sub> の外周よりもそれぞれ内側又は外側となるため、実際の白ダマ WD<sub>1</sub> とは極端に異なるダマとして得られてしまうことになる。

そこでこの実施の形態の場合、紋様パターン抽出部 314 は、各制御点列 P<sub>1</sub>～P<sub>4</sub>、P<sub>4</sub>～P<sub>7</sub>、P<sub>7</sub>～P<sub>10</sub> における始点及び終点間の制御点（以下、これを中間制御点と呼ぶ）P<sub>2</sub> 及び P<sub>3</sub>、P<sub>5</sub> 及び P<sub>6</sub>、P<sub>8</sub> 及び P<sub>9</sub> と、最後の制御点列

$P_{10} \sim P_{12}$  及び最初の制御点列  $P_1 \sim P_4$  における始点 ( $P_{10}$ 、  $P_1$ ) 間の制御点 (以下、 これも中間制御点と呼ぶ)  $P_{11}$  及び  $P_{12}$  を白ダマ  $WD_1$  の外周よりも内側又は外側にずらすようになされている。

具体的に紋様パターン抽出部 314 は、 中間制御点  $P_2$  及び  $P_3$  を点対称の中心とした場合に、 当該中間制御点  $P_2$  及び  $P_3$  からの線分  $P_1 - P_4$  に対する垂線と線分  $P_1 - P_4$  との交点  $Q_2$  及び  $Q_3$  に対応する点  $C_2$  及び  $C_3$  を検出し、 当該検出した点  $C_2$  及び  $C_3$  と制御点  $P_1$  及び  $P_4$  を制御点列  $P_1 - C_2 - C_3 - P_4$  として決定する。

そして紋様パターン抽出部 314 は、 他の中間制御点  $P_5$  及び  $P_6$ 、  $P_8$  及び  $P_9$ 、  $P_{11}$  及び  $P_{12}$  についても、 中間制御点  $P_2$  及び  $P_3$  と同様にして点  $C_5$  及び  $C_6$ 、  $C_8$  及び  $C_9$ 、  $C_{11}$  及び  $C_{12}$  をそれぞれ検出し、 当該点  $C_5$  及び  $C_6$ 、  $C_8$  及び  $C_9$ 、  $C_{11}$  及び  $C_{12}$  と、 対応する制御点  $P_4$  及び  $P_7$ 、  $P_7$  及び  $P_{10}$ 、  $P_{10}$  及び  $P_{12}$  を制御点列  $P_4 - C_5 - C_6 - P_7$ 、  $P_7 - C_8 - C_9 - P_{10}$ 、  $P_{10} - C_{11} - C_{12}$  としてそれぞれ決定する。

このようにして紋様パターン抽出部 314 は、 白ダマ  $WD_1$  についての制御点列  $P_1 - C_2 - C_3 - P_4$ 、  $P_4 - C_5 - C_6 - P_7$ 、  $P_7 - C_8 - C_9 - P_{10}$ 、  $P_{10} - C_{11} - C_{12}$  をそれぞれ決定するようになされている。

また紋様パターン抽出部 314 は、 白ダマ  $WD_2 \sim WD_n$  及び、 領域区割部 313 から供給される黒ダマデータ  $D15$  の各黒ダマ  $BD_1 \sim BD_n$  についても、 白ダマ  $WD_1$  の場合と同様にして 3 次のベジエ曲線を生成するための制御点列をそれぞれ決定するようになされている。

そして紋様パターン抽出部 314 は、 このようにして決定した白ダマ  $WD$  ( $WD_1 \sim WD_n$ ) 及び黒ダマ  $BD_1 \sim BD_n$  それぞれの制御点列を、 認証用紋様パターンのデータ (以下、 これを認証用紋様パターンデータと呼ぶ)  $D16$  (図 5) として生成し、 これを 2 次元コード変換部 15 に送出する。

このように紋様パターン抽出部 314 は、 選択した制御点列 ( $P_1 \sim P_4$ 、  $P_4 \sim P_7$ 、  $P_7 \sim P_{10}$ 、  $P_{10} \sim P_{12}$ ) のうち、 当該制御点列における中間制御点 (

$P_2$  及び  $P_3$ 、 $P_5$  及び  $P_6$ 、 $P_8$  及び  $P_9$ 、 $P_{11}$  及び  $P_{12}$ ）を白ダマ  $WD_1$  の外周よりも内側又は外側にずらすことにより、実際の白ダマ  $WD_1$  により一層近似するダマを生成するための制御点列（ $P_1 - C_2 - C_3 - P_4$ 、 $P_4 - C_5 - C_6 - P_7$ 、 $P_7 - C_8 - C_9 - P_{10}$ 、 $P_{10} - C_{11} - C_{12}$ ）を紋様パターンとして抽出することができるようになされている。

なお、制御点列を構成する 1 つの制御点が取り得るデータ範囲として、図 3 5 に示すデータ範囲を想定した場合、 $n$  次のベジエ曲線を生成するための「 $n + 1$ 」個の制御点からなる制御点列を  $k$  とすると、認証用紋様パターンデータ  $D_{16}$  のデータサイズは、実験結果より、 $32k(n + 1)$  [bit] となった。

また既存の 2 次元バーコードは、図 1 3 に示したように、およそ 1 ~ 3 [K byte] のバイナリデータを 2 次元バーコード変換することができる。従って、2 次元コード変換部 1 5 は、図 1 3 及び図 3 5 からも明らかのように、既存の 2 次元コードを適用した場合であっても、上述の紋様パターン抽出部 3 1 4 から供給される認証用紋様パターンデータ  $D_{16}$  の制御点列を認証用紋様コードデータ  $D_2$  として適切に変換することができるようになる。

#### 照合処理

照合部 3 1 6 は、検証モード時において、スキャナ部 4 でのコード付印画紙  $X_{Pc}$  (図 2 (B)) の指定領域  $AR$  に印画された認証用紋様コード  $BC$  の読み取り結果 (認証用紋様コードデータ  $D_2$ ) と、このとき指定領域  $AR$  から読み取られたコード付紋様画像データ  $D_3$  に対する低域周波数成分抽出処理、画像分離処理及び領域区割処理の処理結果 (白ダマデータ  $D_{14}$  及び黒ダマデータ  $D_{15}$ ) とに基づいて照合処理を実行する。

実際上、照合部 3 1 6 は、供給される認証用紋様コードデータ  $D_2$  に対して逆 2 次元コード変換処理を施すことにより認証用紋様パターンデータ  $D_{16}$  を復元し、当該認証用紋様パターンデータ  $D_{16}$  の制御点列に基づいて、元の白ダマ  $WD$  に相当する白ダマ (以下、これを再構成白ダマと呼ぶ) 及び元の黒ダマ  $BD$  に相当する黒ダマ (以下、これを再構成黒ダマと呼ぶ) をそれぞれ生成する。

ここで、かかる再構成白ダマ及び再構成黒ダマの再構成手法を具体的に説明するが、説明の便宜上、ここでは図34で説明した白ダマWD<sub>1</sub>に相当する再構成白ダマを再構成する場合を説明する。

図36に示すように、照合部316は、紋様パターン抽出部14により抽出された白ダマWD<sub>1</sub>（図36において破線で囲まれた斜線領域）についての制御点列P<sub>1</sub>—C<sub>2</sub>—C<sub>3</sub>—P<sub>4</sub>、P<sub>4</sub>—C<sub>5</sub>—C<sub>6</sub>—P<sub>7</sub>、P<sub>7</sub>—C<sub>8</sub>—C<sub>9</sub>—P<sub>10</sub>、P<sub>10</sub>—C<sub>11</sub>—C<sub>12</sub>から対応するベジエ曲線Bc1、Bc2、Bc3、Bc4をそれぞれ生成する。

そして照合部316は、図37に示すようにベジエ曲線Bc1、Bc2、Bc3、Bc4によって囲まれる領域を、所定の单一輝度値で塗りつぶすことにより再構成白ダマを生成する。

このようにして照合部316は、白ダマWD<sub>1</sub>に相当する再構成白ダマを生成するようになされている。

なお、n次のベジエ曲線は、制御点をCPとし、Bernstein関数を

$$B_i^n(t)$$

とすると、次式(14)

$$R(t) = \sum_{i=0}^n B_i^n(t) CP_i \dots (14)$$

により定義されものであり、この(14)式におけるBernstein関数

$$B_i^n(t)$$

は、次式 (15)

$$\begin{aligned}
 \mathbf{B}_i^n(t) &= {}_n\mathbf{C}_i \cdot t^i (1-t)^{n-i} \\
 &= \frac{n!}{(n-i)!i!} t^i (1-t)^{n-i} \\
 \text{但し、 } 0 \leq t \leq 1 & \cdots \cdots (15)
 \end{aligned}$$

により定義される。

また、照合部 316 は、白ダマ  $WD_1$  の場合と同様にして、認証用紋様コードデータ  $D_2$  における白ダマ  $WD_2 \sim WD_n$  についての制御点列に基づいて、当該白ダマ  $WD_2 \sim WD_n$  に相当する再構成白ダマを生成すると共に、当該認証用紋様コードデータ  $D_2$  における黒ダマ  $BD$  ( $BD_1 \sim BD_n$ ) についての制御点列に基づいて、当該黒ダマ  $BD$  に相当する再構成黒ダマを生成するようになされている。

そして照合部 316 は、このようにして生成した再構成白ダマと、このとき領域区割部 313 から供給される白ダマデータ  $D_24$  の白ダマ  $WD$  ( $WD_1 \sim WD_n$ ) との間及び再構成黒ダマと、このとき領域区割部 313 から供給される黒ダマデータ  $D_25$  の黒ダマ  $BD$  ( $BD_1 \sim BD_n$ ) との間における位相限定相関値  $C_{poc}$  を、当該再構成白ダマ及び再構成黒ダマの画素を  $RD(x, y)$  、当該白ダマ  $WD$  及び黒ダマ  $BD$  の画素を  $D(x, y)$  、2次元フーリエ変換を  $F$  、2次元逆フーリエ変換を  $F^{-1}$  とすると、次式 (16)

$$C_{POC}(x, y) = F^{-1} \left[ \frac{F(R(x, y))F(D(x, y))}{|F(R(x, y))||F(D(x, y))|} \right] \cdots \cdots (16)$$

に従って算出する。

ここで、照合部 316 は、所定の閾値以下の位相限定相関値  $C_{p..}$  が得られた場合には、このときスキャナ部 4 の載置台に載置されたコード付印画紙 X P c (図 2) が複製されたものであると判断し、このとき複製を禁止する旨とをスキャナ部 4 の表示部 (図示せず) を介して通知する。

これに対して照合部 316 は、所定の閾値よりも高い位相限定相関値  $C_{p..}$  が得られた場合には、このときスキャナ部 4 の載置台に載置されたコード付印画紙 X P c (図 2) が正当なオリジナル印画紙 O P であると判断し、このとき複製許可コマンド COM を生成してスキャナ部 4 (図 4) に送出する。

この結果、スキャナ部 4 では反射モードが実行され、このとき原稿台に載置されたコード付印画紙 X P c (オリジナル印画紙 O P) の印画内容が印画内容画像データ D 4 としてプリンタ部 5 に送出され、この結果、プリンタ部 5 においてオリジナル印画紙 O P (図 2 (A)) の印画内容が用紙に複製されることとなる。

なお、照合部 316においては、図 38 からも分かるように、位相限定相関ではその相関がある場合 (図 38 (A)) には鋭いピークとして現れる特徴があるため、このとき算出した位相限定相関結果を表示部 (図示せず) を介して通知しておくようになされている。これにより照合部 316 は、位相限定相関結果の度合い (正当性の有無の度合い) を視覚的に分かり易く把握させることができるようになされている。

以上の第 4 の処理形態では、白ダマ WD 及び黒ダマ BD それぞれの外周に近似するベジエ曲線を生成するための複数の制御点を紋様パターンとして抽出し、この紋様パターンを認証情報として当該オリジナル印画紙 O P に記憶しておく。そしてコード付印画紙 X P c に印画された印画内容を複製する場合に、当該コード付印画紙 X P c に記憶された紋様パターンに基づいて白ダマ WD 及び黒ダマ BD に相当する再構成白ダマ及び再構成黒ダマを生成し、当該再構成白ダマ及び再構成黒ダマを用いてオリジナル印画紙 O P であるか否かの正当性を検証する。

従ってこの第4の処理形態では、低域成分紋様画像IM2に有する紋様を構成する白ダマWD及び黒ダマBDそれぞれの外周に近似する複数の制御点を紋様パターンとして抽出するため、上述の第1～第3の処理形態に比して、当該制御点から生成される再構成白ダマ及び再構成黒ダマからなる紋様を、元の低域成分紋様画像IM2（図6（B））に有する紋様とほぼ同一の紋様として格段に精度良く再現することができ、この結果、正当性の検証精度を向上させることができる。

さらにこの第4の処理形態では、白ダマWD及び黒ダマBDそれぞれの外周に近似する複数の制御点として、単に外周上だけの点ではなく、外周上の点（図3-4においてP<sub>1</sub>、P<sub>4</sub>、P<sub>7</sub>、P<sub>10</sub>）とその外周から外側又は内側に所定距離だけ離れた点（図3-4においてC<sub>2</sub>、C<sub>3</sub>、C<sub>5</sub>、C<sub>6</sub>、C<sub>8</sub>、C<sub>9</sub>、C<sub>11</sub>、C<sub>12</sub>）とを紋様パターンとして抽出する。

このため、これら制御点から生成される再構成白ダマ及び再構成黒ダマからなる紋様を、元の低域成分紋様画像IM2（図6（B））に有する紋様とほぼ同一の紋様として一段と精度良く再現することができ、この結果、正当性の検証精度をより向上させることができる。

さらに第4の処理形態では、白ダマWD及び黒ダマBDそれぞれの外周に近似する複数の制御点として、当該白ダマWD及び黒ダマBDのダマ総合面積に対応する数の点を紋様パターンとして抽出する。

従ってこの第4の処理形態では、オリジナル印画紙OPに記憶する紋様パターンをほぼ一定のデータサイズとして得ることができるために、紋様の区割り結果（白ダマWD及び黒ダマBDの総合面積）にかかわらず、適切に紋様パターンをオリジナル印画紙OPに記憶させることができる。

なお、この第4の処理形態においては、区割された各領域それぞれについて、当該領域の輪郭上の点に基づいて輪郭に近似する曲線を生成するための複数の点を決定し、これら点を紋様情報として抽出する抽出手段として、白ダマWD及び黒ダマBDのダマ総合面積に応じて格子サイズ及びベジエ曲線の次数に切り替え

、当該切り替えた格子サイズの正方格子と交わる白ダマWD及び黒ダマBDの外周上の点に基づいてベジエ曲線を生成するための制御点列を紋様情報として抽出するようにした場合について述べたが、白ダマWD及び黒ダマBDのうち最大のダマ面積に応じて切り替えるようにしても良く、また格子サイズ及び又はベジエ曲線の次数を固定値として設定しておくようにしても良い。

また正方格子と交わる点を白ダマWD及び黒ダマBDの外周上の点としたが、例えば、白ダマWD及び黒ダマBDの外周上におけるある基準点を決定し、当該基準点を中心とした円と交わる点を白ダマWD及び黒ダマBDの外周上の点とし、さらにこの点を中心とした円と交わる点を次の白ダマWD及び黒ダマBDの外周上の点としていくようにしても良い。このときの円の直径又は半径を、白ダマWD及び黒ダマBDのダマ総合面積等に応じて切り替えるようにしても良い。

また白ダマWD及び黒ダマBDの外周上の点に基づいてベジエ曲線を生成するための制御点列を抽出するようにしたが、当該白ダマWD及び黒ダマBDの輪郭上の点に基づいてベジエ曲線を生成するための制御点列を抽出するようにしても良い。このようにすれば、図39に示すように、ドーナツ状の白ダマWD（又は黒ダマBD）として区割りされる場合であっても、図34で上述した手法と同様の手法により当該ダマの形状を忠実に再現し得る制御点列を抽出することができる。なお、外周から外側又は内側に所定距離だけ離れた点（図34においてC<sub>2</sub>、C<sub>3</sub>、C<sub>5</sub>、C<sub>6</sub>、C<sub>8</sub>、C<sub>9</sub>、C<sub>11</sub>、C<sub>12</sub>）を抽出する手法としては、図34で上述した手法に限らず、この他種々の手法により当該点を抽出することができる。

またベジエ曲線を生成するための制御点列を紋様情報として抽出するようにしたが、有理ベジエ曲線、Bスプライン曲線又は有理Bスプライン曲線等のこの他種々の曲線を生成するための制御点列を紋様情報として抽出するようにしても良い。この場合、上述の第4の処理形態と同様の効果を得ることができる。

さらに第4の処理形態においては、記憶手段により記憶された紋様情報に基づいて、印画紙の正当性を検証する検証手段として、制御点列に基づいてベジエ曲

線を生成し、当該ベジエ曲線によって囲まれる領域を所定の单一輝度値で塗りつぶすことにより再構成白ダマ及び再構成黒ダマを生成し、当該再構成白ダマ及び再構成黒ダマを対応するダマとの位相限定相関を算出するようにして検証した場合について述べたが、制御点列に基づいて有理ベジエ曲線、Bスプライン曲線又は有理Bスプライン曲線等のこの他種々の曲線を生成するようにも良く、また位相限定相関以外の手法により検証するようにも良い。この場合、上述の第4の処理形態と同様の効果を得ることができる。

#### 認証処理手順

ここで制御部2は、上述の第1～第4の処理形態を、図40に示す認証処理手順RTに従って実行する。

すなわち、制御部2は、この不正複製防止装置1の主電源が投入されると、この認証処理手順RTをステップSP0において開始し、続くステップSP1において、認証用紋様コードBC(図2(A))を印画させる印画指令又は複製指令を待ち受ける。

そして制御部2は、このステップSP1において、操作部(図示せず)から印画指令を受けた場合、続くステップSP2において、スキヤナ部4を制御してオリジナル紋様画像データD1を取得した後、次のステップSP3において、当該オリジナル紋様画像データD1に対して低域周波数成分抽出処理を施すようにして低域成分紋様画像IM2(図7(A))を表す低域紋様画像データD11を生成し、続くステップSP4において、低域紋様画像データD11に対して画像分離処理を施すようにして白成分紋様画像WIM(図7(B))を表す白成分紋様画像データD12と、黒成分紋様画像BIM(図7(C))を表す黒成分紋様画像データD13とを生成する。

続いて制御部2は、ステップSP5において、白成分紋様画像データD12及び黒成分紋様画像データD13に対して領域区割処理を施すようにして、複数の白ダマWD(WD<sub>1</sub>～WD<sub>n</sub>)を表す白ダマデータD14及び複数の黒ダマBD(BD<sub>1</sub>～BD<sub>n</sub>)を表す黒ダマデータD15を生成し、続くステップSP6に

において、当該白ダマデータD 1 4に基づく各自白ダマWDと、黒ダマデータD 1 5に基づく各黒ダマBDとの面積をそれぞれ算出する。

また制御部2は、続くステップSP 7において、紋様パターン抽出処理の処理内容を切り換える切換基準として予め設定された閾値に基づいて、各自白ダマWD及び各黒ダマBDそれぞれに対して、第1（又は第2）の処理形態における紋様パターン抽出処理、第3の処理形態における紋様パターン抽出処理又は第4の処理形態における紋様パターン抽出処理のいずれかを順次施すようにして、認証用紋様パターンデータD 1 6を生成する。

実際上、かかる閾値は、第1の閾値（以下、これを低度閾値と呼ぶ）と、当該第1の閾値よりも大きい第2の閾値（以下、これを中度閾値と呼ぶ）と、当該第2の閾値よりも大きい第3の閾値（以下、これを高度閾値と呼ぶ）として設定されており、制御部2は、処理対象のダマの面積が低度閾値未満及び低度閾値以上中度閾値未満の第1の範囲にある場合には、第3の処理形態における紋様パターン抽出処理を施すようにして、円情報値を紋様パターンとして表すデータを生成する。

また制御部2は、処理対象のダマの面積が中度閾値以上高度閾値未満の第2の範囲にある場合には、第1又は第2の処理形態のうち予め設定されたいずれか一方の処理形態における紋様パターン抽出処理を施すようにして、矩形情報値（橢円情報値）を紋様パターンとして表すデータを生成する一方、当該処理対象のダマの面積が高度閾値以上の第3の範囲にある場合には、第4の処理形態における紋様パターン抽出処理を施すようにして、ベジェ曲線を生成するための制御点列を紋様パターンとして表すデータを生成する。このようにして各自白ダマWD及び各黒ダマBDの1つ1つについて生成されたこれらデータが認証用紋様パターンデータD 1 6として得られることになる。

この後、制御部2は、次のステップSP 8において、認証用紋様パターンデータD 1 6に対して2次元コード変換処理を施すようにして認証用紋様コードデータD 2を生成し、続くステップSP 9において、プリンタ5を制御してこの認証

用紋様コードデータD 2に基づく認証用紋様コードB Cを印画紙に記憶させ、ステップS P 1に戻る。

一方、制御部2は、ステップS P 1において、操作部（図示せず）から複製指令を受けた場合、続くステップS P 1 0において、スキャナ部4を制御してコード付紋様画像データD 3を取得した後、次のステップS P 1 1において、当該コード付紋様画像データD 3に対して、オリジナル紋様画像データD 1の場合と同様の画像処理を施す。

実際上、制御部2は、コード付紋様画像データD 3に対して、上述のステップS P 3からステップS P 5までの低域周波数成分抽出処理、画像分離処理及び領域区割処理を順次施した後、当該ステップS P 6と同様に、当該領域区割処理結果として得られる白ダマデータD 1 4及び黒ダマデータD 1 5に基づく各白ダマWD及び各黒ダマBDの面積を個々に算出する。このとき制御部2は、当該ダマの面積が第1及び第2の範囲にある場合にのみ、上述のステップS P 7と同様に、予め設定された第1又は第2の処理形態における紋様パターン抽出処理を施すようにして、比較用紋様パターンデータD 2 6を生成する。このようにして、第1及び第2の範囲にあったダマについて生成された比較用紋様パターンデータD 2 6と、第3の範囲にあったダマについて生成された白ダマデータD 1 4及び黒ダマデータD 1 5とが印画紙に記憶された認証用紋様コードB Cとの比較対象として得られることになる。

この後、制御部2は、次のステップS P 1 2において、スキャナ部4を制御して、印画紙に記憶させられた認証用紋様コードB Cに基づく認証用紋様コードデータD 2を取得し、続くステップS P 1 3において、認証用紋様コードデータD 2と、対応する白ダマデータD 1 4、黒ダマデータD 1 5及び比較用紋様パターンデータD 2 6とを照合し、続くステップS P 1 4において、当該照合結果に応じてプリンタ5を制御して印画紙の印画内容を複製させ、ステップS P 1に戻る。

このようにして制御部2は、上述の第1～第4の処理形態を実行することがで

きるようになされている。この場合、制御部2は、紋様のうち重要な特徴となる大きいダマほど詳細な紋様パターンとして抽出するしているため、当該紋様において特に特徴的なダマを強調して抽出しつつ、それ以外のダマについては抽出時間を短縮することができる。なお、紋様のうち中程度のダマとして規定されるダマを詳細な紋様パターンとして抽出しても良く、この場合には紋様におけるダマの特徴を平均的に抽出しつつ、より抽出時間を短縮することができる。

## 第2の実施の形態による制御部の処理

次に、第2の実施の形態による制御部2の処理について説明する。

上述の第1の実施の形態では、紋様画像をダマとして細分化し、当該ダマ個々の特徴量を紋様パターンとして抽出していたのに対し、この第2の実施の形態では、紋様画像を細分化せずに、当該紋様画像を全体的に捉えて紋様パターンを抽出する点で相違する。

この第2の実施の形態による制御部2の処理内容を機能的に分類すると、図4-1に示すように、紋様画像から低域周波数成分の紋様画像（以下、これを低域紋様画像と呼ぶ）を抽出する低域周波数成分抽出部4-1-1と、当該低域紋様画像に有する紋様パターンを抽出する紋様パターン抽出部4-1-2と、当該紋様パターンを2次元バーコード変換する2次元コード変換部4-1-3と、当該紋様パターンから低域紋様画像を再構成する画像再構成部4-1-4と、当該再構成された低域紋様画像（以下、これを再構成低域紋様画像と呼ぶ）を用いてコード付印画紙XPC（図2（B））の正当性を検証する照合部4-1-5とに分けることができる。

この場合、制御部2は、コード印画モード時には、スキャナ部4から与えられるオリジナル紋様画像データD1に対して低域周波数成分抽出部4-1-1、紋様パターン抽出部4-1-2及び2次元コード変換部4-1-3を順次介して各種処理を施し、この結果得られる紋様コードデータD2をプリンタ部5に送出する。

また制御部2は、検証モード時には、スキャナ部4から与えられるコード付紋様画像データD3に対する低域周波数成分抽出部4-1-1での低域周波数成分抽出処理結果と、スキャナ部4から与えられる紋様コードデータD2に対する画像再

構成部 4 1 4 での画像再構成結果とに基づく照合処理を照合部 4 1 5 において行うようになされている。

以下、低域周波数成分抽出部 4 1 1 による低域周波数成分抽出処理、紋様パターン抽出部 4 1 2 による紋様パターン抽出処理、2 次元コード変換部 4 1 3 による 2 次元コード変換処理、画像再構成部 4 1 4 による画像再構成処理及び照合部 4 1 5 による照合処理を詳細に説明する。

#### 低域周波数成分抽出処理

この低域周波数成分抽出部 4 1 1 は、オリジナル印画紙 O P (図 2 (A)) 又はコード付印画紙 X P c (図 2 (B)) の紋様画像から指定領域 A R (図 2) の領域紋様画像 I M 1 (図 6 (A)) を取得し、この領域紋様画像 I M 1 から、上述の低域周波数成分抽出部 1 1 と同様にして低域成分紋様画像 I M 2 (図 6 (B)) を抽出する。

そして低域周波数成分抽出部 4 1 1 は、コード印画モードである場合にはこのとき生成した低域紋様画像データ D 4 1 1 を紋様パターン抽出部 4 1 2 に送出し、これに対して検証モードである場合にはこのとき生成した低域紋様画像データ D 4 1 1 を照合部 4 1 5 に送出する。

このようにして低域周波数成分抽出部 4 1 1 は、低域成分紋様画像 I M 2 を抽出することにより、例えばスキヤナ部 4 での固体撮像素子のノイズ等、一般に画像の高周波成分に含まれる各種ノイズ成分を除去することができるようになされている。

この結果、低域周波数成分抽出部 4 1 1 は、各種ノイズ成分に起因する紋様パターン抽出部 4 1 2 での紋様パターンの抽出精度の低下を回避させることができるようになり、ひいては照合部 4 1 5 での照合処理結果における信頼性を向上させることができるようになされている。

#### 紋様パターン抽出処理

この紋様パターン抽出部 4 1 2 は、例えば図 4 2 に示すように、低域成分紋様画像 I M 2 の輝度値で作られる曲面上において最低輝度値でなる画素 (以下、こ

れを極小点と呼ぶ)  $P_S$  ( $P_{S_1} \sim P_{S_n}$ ) と、当該曲面上において最高輝度値でなる画素 (以下、これを極大点と呼ぶ)  $P_L$  ( $P_{L_1} \sim P_{L_n}$ ) とを検出すると共に、当該低域成分紋様画像  $IM_2$  における輝度値の平均 (以下、これを輝度平均と呼ぶ) を算出する。

この図 4 2 からも明らかなように、極小点  $P_S$  (図 4 2 中の黒丸) は、所定の低輝度値以下でなる画素 (以下、これを白画素と呼ぶ) のうち、互いに隣接する白画素の集合を単位とする領域の略中心に存在し、また極大点  $P_L$  (図 4 2 中の黒三角) は、所定の高輝度値以下でなる画素 (以下、これを黒画素と呼ぶ) のうち、互いに隣接する黒画素の集合を単位とする領域の略中心に存在しており、これら極小点  $P_S$  及び極大点  $P_L$  が低域成分紋様画像  $IM_2$  に有する紋様の特徴的な点を表していることが分かる。

従つて、これら極小点  $P_S$  及び極大点  $P_L$  の検出結果は、領域紋様画像  $IM_1$  (図 6 (A)) における紋様パターン (即ち、領域紋様画像  $IM_1$  に含まれている紋様の特徴パターン) を意味することとなる。

実際に、紋様パターン抽出部 4 1 2 は、例えば図 4 3 に示すように、低域周波数成分抽出部 4 1 1 から供給される低域紋様画像データ  $D_{4 1 1}$  に基づく低域成分紋様画像  $IM_2$  の横方向を  $x$  軸、縦方向を  $y$  軸、輝度値を  $z$  軸としてそれぞれ認識する。なおこの図 4 3 は、低域成分紋様画像  $IM_2$  の輝度値により形成される空間状態を示したものであり、図 4 3 (A) は正面の空間状態、図 4 3 (B) は側面の空間状態、図 4 3 (C) は斜面の空間状態をそれぞれ示している。

そして紋様パターン抽出部 4 1 2 は、かかる認識結果に基づいて、低域成分紋様画像  $IM_2$  における極小点  $P_S$  及び極大点  $P_L$  を検出すると共に輝度平均を算出し、これら極小点  $P_S$  及び極大点  $P_L$  における位置、輝度値と、輝度平均とをデータ (以下、これを紋様パターンデータと呼ぶ)  $D_{4 1 2}$  として 2 次元コード変換部 4 1 3 に送出するようになされている。

このようにして紋様パターン抽出部 4 1 2 は、簡易な計算により紋様の特徴を紋様パターンとして抽出することができるようになされている。

なお、1つの極小点P S又は極大点P Lにおける位置( $x_p, y_p$  (但し、 $P = 1, 2, \dots, n$ ))及び輝度値が取り得るデータ範囲として、図44に示すデータ範囲を想定した場合、当該1つの極小点P S又は極大点P Lのデータサイズは、実験結果より、およそ40 [bit]となつた。従つて、紋様パターン抽出部412は、紋様の特徴を小データサイズでなる紋様パターンデータD412として生成することができるようになされている。

## 2次元コード変換処理

2次元コード変換部413は、紋様パターンを紋様コードBC(図2(A))としてオリジナル印画紙OPに記憶させる。

具体的に2次元コード変換部413は、供給される紋様パターンデータD412の小数点以下を切り捨て、当該切り捨てた紋様パターンデータD412に対して、情報記憶メモリに予め記憶されたコード文字列情報に基づく2次元バーコード変換処理を施すことにより紋様コードデータD2を生成し、これを所定のタイミングでプリンタ部5に送出する。

この結果、この紋様コードデータD2は、プリンタ部5において、印画紙台にセットされた印画紙(オリジナル印画紙OP)の所定位置に紋様コードBC(図2(A))として印画され、当該オリジナル印画紙OP(図2(A))に認証用パターンが記録されることとなる。

なお、既存の2次元バーコードは、図13からも明らかにように、およそ1～3 [Kbyte]のバイナリデータを2次元バーコード変換することができる。従つて、2次元コード変換部413は、既存の2次元コードを適用した場合であつても、図44に示した実験結果からも明らかに、紋様パターンデータD412を適切に紋様コードデータD2として変換することができるようになされている。

## 画像再構成処理

画像再構成部414は、図45(A)に示す指定領域ARにおける極小点P S( $P S_1 \sim P S_n$ )及び極大点P L( $P L_1 \sim P L_n$ )から、図45(B)に示す

再構成低域紋様画像R I Mを生成する。

実際上、画像再構成部4 1 4は、供給される紋様コードデータD 2の極小点P S (P S<sub>1</sub>～P S<sub>n</sub>) 及び極大点P L (P L<sub>1</sub>～P L<sub>n</sub>) と、情報記憶メモリに予め記憶された領域位置情報に基づいて、図4 5 (A) に示したように、指定領域A R (図2) 、極小点P S (P S<sub>1</sub>～P S<sub>n</sub>) 及び極大点P L (P L<sub>1</sub>～P L<sub>n</sub>) それぞれの位置関係を認識する。

この状態において画像再構成部4 1 4は、認識した極小点P S 及び極大点P L を基準点としてボロノイ分割処理を実行する。すなわち画像再構成部4 1 4は、図4 6に示すように、基準点(図4 5における黒丸及び黒三角)を除く指定領域A R (図2) の全ての画素を、当該画素から最も近い距離に存在する基準点に属するものとしてそれぞれ分割することにより複数の小領域を生成する。

そして画像再構成部4 1 4は、紋様コードデータD 2の輝度情報(極小点P S 及び極大点P L の輝度値と輝度平均)に基づいて、ボロノイ分割処理により生成した指定領域A R (図2) の各小領域における輝度状態をそれぞれ決定することにより再構成低域紋様画像R I M (図4 5 (B)) を再構築した後、この再構成低域紋様画像R I Mをデータ(以下、これを再構成低域紋様画像データと呼ぶ)D 4 1 4として照合部4 1 5に送出するようになされている。

ここで、これら小領域における輝度状態の決定手法について具体的に説明するが、ここでは説明の便宜上、ある1つの小領域における輝度状態の決定手法について図4 7を用いて説明する。

図4 7 (A)において、画像再構成部4 1 4は、処理対象の小領域(以下、これを対象小領域と呼ぶ)A R Sのうち、当該対象小領域S A Rに隣接する小領域(以下、これを隣接小領域と呼ぶ)N A Rとの境界線B D Lと、当該対象小領域S A R内に有する基準点(即ち、極小点P S<sub>1</sub>～P S<sub>n</sub>及び極大点P L<sub>1</sub>～P L<sub>n</sub>(図4 2)のうちのいずれか1つの点)Pとによって形成される三角形(図4 7においてハッチングで示す)における輝度状態を、当該境界線B D L及び基準点P双方の輝度値を用いて順次決定する。

実際上、画像再構成部 414 は、図 47 (B) 及び (C) にも示すように、境界線 BDL を構成している対象小領域 SAR 内の基準点 P 及び隣接小領域 NAR 内の基準点 P' 双方がともに極小点 PS 又は極大点 PL である場合には、当該基準点 P、P' の輝度値と、紋様コードデータ D2 の輝度平均との平均を境界線 BDL 1 の輝度値 m として算出する。

これに対して画像再構成部 414 は、対象小領域 SAR 内の基準点 P 及び隣接小領域 NAR 内の基準点 P' が互いに異なる場合には、当該基準点 P、P' の輝度値の平均を境界線 BDL 1 の輝度値 m として算出する。

そして画像再構成部 414 は、算出した境界線 BDL 1 の輝度値 m を用いて、決定対象の画素（以下、これを対象画素と呼ぶ）を X とし、当該対象画素 X と基準点 P との距離を d5 とし、当該基準点 P の輝度値を  $V_{peak}$  とすると、次式 (17)

$$V_{(x)} = V_{peak} - (V_{peak} - m) \cdot d^2 \quad \dots \dots (17)$$

の指數関数により、基準点 P 及び線分 PX の延長線と境界線 BDL 1 との交点 Q 間における距離 PQ を「1」 として正規化するようにして、対象画素 X の輝度値  $V_{(x)}$  を決定する。

このようにして画像再構成部 414 は、ハッチングで示す三角形内における各画素それぞれを (17) 式の指數関数に従って決定するようになされている。

これにより画像再構成部 414 は、図 47 (B) 及び (C) からも明らかのように、基準点 P から境界線 BDL 1 までの各画素の輝度値がなだらかとなるよう当該輝度値を決定することができ、ひいては紋様画像を精度よく再現することができるうことになる。

なお、図 47 (B) 及び (C) は、境界線 BDL 1 の輝度値 m が「110」であると共に、基準点 P が極小点  $PS_1, PS_2, \dots, PS_n$  であり、かつ隣接小領域 NAR 内の基準点 P' が極大点  $PL_1, PL_2, \dots, PL_n$  である

場合を示しており、このとき（1）式に基づく基準点P、P'間の輝度状態を平面的に示したものが図47（B）で、立体的に示したものが図47（C）である。

一方、画像再構成部414は、境界線BDL2～4と基準点Pとによって形成される三角形における輝度状態についても、境界線BDL1と基準点Pとによって形成される三角形と同様にしてそれぞれ決定するようになされている。

ここで、かかる画像再構成処理は、図48に示す画像処理手順RTに従って行われる。

すなわち画像再構成部414は、スキヤナ部4（図4）から紋様コードデータD2が供給されると、この画像処理手順RTをステップSP20において開始し、ステップSP21に進んで、当該紋様コードデータD2の極小点PS（PS<sub>1</sub>～PS<sub>n</sub>）、極大点PL（PL<sub>1</sub>～PL<sub>n</sub>）及び指定領域AR（図2）それぞれの位置関係を認識し、続くステップSP22に進んで、ボロノイ分割処理を実行して指定領域AR内を分割することにより複数の小領域を生成する。

そして画像再構成部414は、続くステップSP23に進んで、生成した各小領域の境界線BDL（図47）の輝度値mを全て算出した後、ステップSP24に進んで、対象小領域SAR内の輝度状態（各画素の輝度値）を（17）式の指數関数に従って順次決定し、続くステップSP25に進んで、指定領域AR内における全ての小領域について輝度状態を決定したか否かを判定する。

ここで画像再構成部414は、否定結果が得られた場合には、ステップSP24に戻って残りの一の小領域を対象小領域SARとして上述の処理を繰り返す。これに対して画像再構成部414は、肯定結果が得られた場合には、このとき得られた再構成低域紋様画像RIMを次の処理対象として認識し、当該再構成低域紋様画像RIMを再構成低域紋様画像データD414として照合部415に送出した後、ステップSP26に移ってこの画像処理手順RTを終了する。

このようにして画像再構成部414は、画像再構成処理を実行することにより、低域成分紋様画像IM2（図42）と、当該低域成分紋様画像IM2に相当す

る再構成低域紋様画像R I M（図4 5（B））とを視覚的に比較する図4 9からも明らかなように、当該低域成分紋様画像I M 2から抽出された紋様パターン（極小点P S及び極大点P L）から再構成低域紋様画像R I Mを精度よく再現することができるようになされている。

#### 照合処理

照合部4 1 5は、図4 9に示したように、再構成低域紋様画像R I Mと、このときコード付印画紙X P c（図2（B））から抽出された低域成分紋様画像I M 2とを照合する。

実際上、照合部4 1 5は、画像再構成部4 1 4から供給される再構成低域紋様画像データD 4 1 4と、このときスキャナ部4から低域周波数成分抽出部4 1 1を介して供給される低域成分紋様画像データD 4 1 1とに対して所定の相互相關処理を施し、当該再構成低域紋様画像R I M及び低域成分紋様画像I M 2（図4 9）の合致率を算出する。

そして照合部4 1 5は、所定の閾値以下の合致率が得られた場合には、このときスキャナ部4の載置台に載置されたコード付印画紙X P c（図2）が複製されたものであると判断し、このとき複製を禁止する旨をスキャナ部4の表示部（図示せず）を介して通知する。

これに対して照合部4 1 5は、所定の閾値よりも高い合致率が得られた場合には、このときスキャナ部4の載置台に載置されたコード付印画紙X P c（図2）が正当なオリジナル印画紙O Pであると判断し、このとき複製許可コマンドC O M（図5）を生成してスキャナ部4（図4）に送出する。

この場合、スキャナ部4では反射モードが実行され、このとき原稿台に載置されたコード付印画紙X P c（オリジナル印画紙O P）の印画内容が印画内容画像データD 4としてプリンタ部5に送出され、この結果、プリンタ部5においてオリジナル印画紙O P（図2（A））の印画内容が用紙に複製されることとなる。

このようにして照合部4 1 5は照合処理を実行し、当該照合結果として所定の閾値よりも高い合致率が得られた場合にのみオリジナル印画紙O P（図2（A）

) に印画された印画内容の複製を許可することができるようになされている。

このようにこの第2の実施の形態による制御部2は、紋様画像を細分化せずに、当該紋様画像を全体的に捉えて紋様パターンを抽出することにより、第1の実施の形態の場合に比して、格段に処理負荷を低減することができる。

#### 本実施の形態による動作及び効果

以上の構成において、この不正複製装置1は、オリジナル印画紙OP(図2(A))に有する紋様画像から紋様パターン(紋様特徴量)を抽出し、この紋様パターンを認証対象の情報として当該オリジナル印画紙OPに記憶しておく。

そして不正複製装置1は、コード付印画紙XPCに印画された印画内容を複製する場合には、当該コード付印画紙XPCに記憶された紋様パターンに基づいて、オリジナル印画紙OPであるか否かの正当性を検証する。

従って、この不正複製装置1では、印画紙自体に有している紋様パターンによりオリジナルの有無を識別することができるため、特殊紙等を用いることなく簡易に不正複製を防止することができる。

このため、オリジナル印画紙OPの所有者は、複製印画紙に対する不正複製を配慮することなくオリジナル印画紙OPを複製することができる。

以上の構成によれば、オリジナル印画紙に有する紋様画像から抽出した紋様パターン(紋様特徴量)を当該オリジナル印画紙に記憶しておき、コード付印画紙XPCの印画内容の複製時に当該印画紙XPCに記憶された紋様パターンに基づいて、オリジナル印画紙OPであるか否かの正当性を検証するようにしたことにより、印画紙自体に有している紋様パターンによりオリジナルの有無を識別することができるため、特殊紙等を用いることなく簡易に不正複製を防止することができ、かくして、簡易に印画内容を保護することができる。

#### 他の実施の形態

上述の実施の形態においては、印画紙に有する紋様に基づいて紋様情報を取得する取得手段として、撮像手段(スキャナ部4)により紋様を撮像し、当該撮像された紋様画像から紋様パターンを抽出するようにした場合について述べたが、

本発明はこれに限らず、例えば紋様を薬品により顕在化した後に電気泳動により紋様に関する情報を取得するようにしても良い。

また上述の実施の形態においては、印画紙に有する紋様を撮像する撮像手段として、透過モード、反射モード及びコード読取モードを実行するスキャナ部4を適用するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、要は、印画紙に光を照射してその投影光を固体撮像素子を介して紋様画像の信号を生成するこの他種々の撮像手段を適用することができる。

さらに上述の実施の形態においては、紋様画像の特徴を抽出する抽出手段として、低域周波数成分処理、画像分離処理、領域区割処理及び紋様パターン抽出処理を適宜施すか（第1の実施の形態）、あるいは低域周波数成分処理及び紋様パターン抽出処理を順次施す（第2の実施の形態）ようにしてパターンを抽出するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、これら処理全てを施す必要もなく、これら処理以外の処理を加えるあるいは変更するようにしても良い。

例えば、第1の実施の形態にあっては、低域周波数成分処理又は画像分離処理を実行せずに領域区割処理及び紋様パターン抽出処理を実行するようにしたり、これとは逆に、低域周波数成分処理及び画像分離処理のみを実行し、この結果得られた白成分紋様画像WIM（図7（B））及び黒成分紋様画像BIM（図7（C））を紋様情報として抽出するようにしたり、あるいは、低域周波数成分処理のみを実行し、この結果得られた低域成分紋様画像IM2（図7（A））を紋様情報として抽出することができる。また例えば、撮像手段（スキャナ部4）により撮像された紋様画像を例えば縦横5×5の画像領域に区割りし、当該抽出した各領域のうちの1つの領域を紋様情報として抽出するようにしたり、あるいは当該抽出した各領域のうちの1つの領域に有する紋様を領域区割部13での領域区割処理と同様にして区割りした後に特微量を抽出するようにしても良い。

また第1の実施の形態にあっては、ダマの面積に応じて、当該ダマに対する紋様パターンの抽出処理内容を切り換えるようにしたが、例えば紋様画像の複雑度

に応じて切り換えるようにしても良い。なお、複雑度は、例えばエッジの画素量等、様々な対象を採用することができる。一方、第2の実施の形態あっては、例えば低域周波数成分処理を省略することができる。

また紋様画像の特徴として、第1の実施の形態では、ダマの形状を矩形、橢円、円の形状に近似させた値（矩形情報値、橢円情報値、円情報値（特徴量））を抽出するようにしたが、これら以外の形状に近似させた値を抽出するようにしても良い。さらに紋様画像の特徴を抽出する場所として、指定領域AR（図2）から抽出するようにしたが、複数の指定領域から抽出するようにも良く、又は紋様画像全体から抽出するようにしても良い。

一方、第2の実施の形態では、極小点PS（図42）、極大点PL（図42）及び輝度平均を抽出するようにしたが、当該極小点PSのみを抽出する、若しくは極大点PLのみを抽出するあるいは極小点PS及び極大点PLのみを抽出するようにしても良く、あるいはこの他種々の輝度値でなる所定の画素を極小点PS、極大点PLとして抽出するようにしても良い。さらに紋様画像の特徴を抽出する場所として、指定領域AR（図2）から抽出するようにしたが、複数の指定領域から抽出するようにしても良く、又は紋様画像全体から抽出するようにしても良い。

また第1の実施の形態における画像分離処理として、白画素及び黒画素の画素数が低域成分紋様画像IM2（図7（A））における全画素の20[%]となるように白成分紋様画像WIM（黒成分紋様画像BIM）を分離するようにしたが、これに代えて、例えば図50（A）に示すように、輝度ヒストグラムにおける輝度範囲の中心の輝度値を決定し、当該決定した輝度値から一定の輝度値以下（以上）の画素を白成分紋様画像WIM（黒成分紋様画像BIM）として分離するようにしても良い。この場合、中心の輝度値は、例えば最も画素の多い輝度値したり、図50（B）に示すように、輝度ヒストグラムを任意の度数（画素数）上におけるヒストグラム曲線との2点間における中心の輝度値したりすることができます。

またこの画像分離処理として図 50 (C) に示すように、低域成分紋様画像 I M 2 (図 7 (A)) における全画素の輝度値の平均輝度値を求め、当該求めた平均輝度値から一定の輝度値以下 (以上) の画素を白成分紋様画像 W I M (黒成分紋様画像 B I M) として分離するようにしても良い。

このように要は、分離前の紋様画像 (低域成分紋様画像 I M 2) に対して相対的な面積比となるように低輝度成分及び高輝度成分の画像 (白成分紋様画像 W I M 及び黒成分紋様画像 B I M) に分離すれば、上述の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

また第 2 の実施の形態における再構成処理として、紋様パターンの極小点 P S (図 4 2) 及び極大点 P L (図 4 2) を基準点としてボロノイ分割により指定領域 A R を分割することにより複数の小領域を生成し (図 4 6) 、当該基準点の輝度値を用いて、互いに隣接する領域内の基準点 P, P' (図 4 7 (C)) 間における輝度状態がなだらかとなるように各小領域の輝度状態をそれぞれ決定することにより再構築するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、この他種々の分割手法により複数の小領域を生成するようにしても良く、当該小領域の輝度状態を種々の手法により決定するようにしても良い。

例えば、ボロノイ分割に代えて、極小点 P S (図 4 2) 及び極大点 P L (図 4 2) の位置状態と、分割結果とを対応付けたテーブルにより指定領域 A R を分割することができる。

また互いに隣接する領域内の基準点 P, P' (図 4 7 (C)) 間における輝度状態がなだらかとなるように各小領域の輝度状態を、(1) 式の指數関数に従って決定するようにしたが、これに代えて、線形関数に従って決定したり、あるいは基準点 P, P' 間の距離とその間の輝度状態を対応付けたテーブルに従って決定することができる。

またこの場合、かかる各小領域の輝度状態を (17) 式の指數関数に従って決定する前に、低域周波数成分画像 I M 2 の輝度平均を必要に応じて用いて互いに隣接する小領域の境界線 B D (図 4 7) の輝度値を算出するようにしたが、当該

輝度平均を用いなくとも上述の実施の形態とほぼ同様の効果を得ることができる。

さらに上述の実施の形態においては、紋様情報を印画紙に記憶する記憶手段として、紋様パターン（紋様特徴量）を認証用コード（2次元バーコード）B C（図2（A））として印画紙（オリジナル印画紙O P）に印画するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば紋様パターンに応じた穴や点字を印画紙に設けるようにしても良く、又は紋様パターン（紋様特徴量）を直接印画紙に記述するようにしても良く、要は、上述の取得手段により取得されたこの他種々の紋様情報を記憶することができる。

さらに上述の実施の形態においては、記憶手段により記憶された紋様情報に基づいて、印画紙の正当性を検証する検証手段として、紋様パターンを図14～図18、又は図22～図26、図30～図32について上述した手法により照合するようにして検証した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、要は、上述の取得手段により取得する紋様情報に応じた照合手法を採用することができる。

さらに上述の実施の形態においては、不正複製防止装置として図4に示した構成を適用するようにした場合について述べたが、本発明はこれに限らず、この他種々の構成を適用することができる。

この場合、図5で示した各種処理又はその一部の処理を制御部に対して実行させるプログラムを、例えばコピー機等の紙を取り扱う既存の装置あるいは新規に製造された装置にインストールするようにしても良い。

### 産業上の利用可能性

本発明は、紙を例えば貨幣等の商品交換媒体、証明書等の内容証明媒体又は個人の著作物等の情報記憶媒体などの各種媒体として使用する場合に利用可能である。

## 請求の範囲

1. 印画紙に印画された印画内容の不正複製を防止する不正複製防止装置において、

上記印画紙に有する紋様に基づいて紋様情報を取得する取得手段と、

上記取得手段により取得された上記紋様情報を上記印画紙に記憶する記憶手段と、

上記記憶手段により記憶された上記紋様情報を基づいて、上記印画紙の正当性を検証する検証手段と

を具えることを特徴とする不正複製防止装置。

2. 上記取得手段は、

上記紋様を撮像する撮像手段と、

上記撮像手段により撮像された結果得られる紋様画像から上記紋様情報を抽出する抽出手段と

を具え、

上記抽出手段は、

上記紋様画像の低域周波数成分から上記紋様情報を抽出する

ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の不正複製防止装置。

3. 上記取得手段は、

上記紋様を撮像する撮像手段と、

上記撮像手段により撮像された結果得られる紋様画像から上記紋様情報を抽出する抽出手段と

を具え、

上記抽出手段は、

上記紋様画像を低輝度成分及び高輝度成分に分離し、当該分離した上記低輝度

成分及び上記高輝度成分からそれぞれ上記紋様情報を抽出する  
ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の不正複製防止装置。

4. 上記抽出手段は、

上記紋様画像に対して相対的な面積比となるように上記紋様画像を上記低輝度  
成分及び上記高輝度成分を分離する  
ことを特徴とする請求の範囲第3項に記載の不正複製防止装置。

5. 上記取得手段は、

上記紋様を撮像する撮像手段と、  
上記撮像手段により撮像された結果得られる紋様画像から上記紋様情報を抽出  
する抽出手段と  
を具え、  
上記抽出手段は、  
上記紋様画像を複数の領域に区割りし、当該区割りした各上記領域からそれぞ  
れ上記紋様情報を抽出する  
ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の不正複製防止装置。

6. 上記取得手段は、

上記紋様を撮像する撮像手段と、  
上記撮像手段により撮像された結果得られる紋様画像から上記紋様情報を抽出  
する抽出手段と  
を具え、  
上記抽出手段は、  
上記紋様画像における紋様を複数の領域に区割りし、当該区割りした各上記領  
域それぞれの特徴量を上記紋様のパターン情報として抽出する  
ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の不正複製防止装置。

7. 上記検証手段は、

必要に応じて上記紋様情報を補正し、当該補正した上記紋様情報に基づいて、上記印画紙の正当性を検証する  
ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の不正複製防止装置。

8. 上記取得手段は、

上記紋様を撮像する撮像手段と、  
上記撮像手段により撮像された結果得られる紋様画像から上記紋様情報を抽出する抽出手段と  
を具え、

上記抽出手段は、

上記紋様画像における紋様を複数の領域に区割りし、当該区割りした各上記領域それぞれの特微量を上記紋様のパターン情報として抽出し、

上記検証手段は、

必要に応じて上記紋様のパターン情報を補正し、当該補正した上記紋様のパターン情報に基づいて、上記印画紙の正当性を検証する  
ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の不正複製防止装置。

9. 印画紙に印画された印画内容の不正複製を防止する不正複製防止方法において、

上記印画紙に有する紋様に基づいて紋様情報を取得する第1のステップと、  
取得した上記紋様情報を上記印画紙に記憶する第2のステップと、  
記憶した上記紋様情報に基づいて、上記印画紙の正当性を検証する第3のステップと  
を具えることを特徴とする不正複製防止方法。

10. 制御装置に対して、

所定の印画内容が印画された印画紙に有する紋様の撮像結果として得られた画像情報から上記紋様に基づく紋様情報を抽出する第1の処理と、

抽出した上記紋様情報を上記印画紙に記憶させるようとする第2の処理と、

上記紙に記憶された上記紋様情報に基づいて、上記印画紙の正当性を検証する第3の処理と

を実行させるプログラム。

11. 印画紙に印画された印画内容の不正複製を防止する不正複製防止装置において、

上記印画紙に有する紋様を撮像する撮像手段と、

上記撮像手段により撮像された結果得られる紋様画像における紋様を所定単位の領域に区割りし、区割した各上記領域をそれぞれ所定の形状に表した紋様情報をとして抽出する抽出手段と、

上記抽出手段により抽出された上記紋様情報を上記印画紙に記憶する記憶手段と、

上記記憶手段により記憶された上記紋様情報に基づいて、上記印画紙の正当性を検証する検証手段と

を具えることを特徴とする不正複製防止装置。

12. 上記抽出手段は、

各上記領域をそれぞれ円形状に表した紋様情報をとして抽出する

ことを特徴とする請求の範囲第11項に記載の不正複製防止装置。

13. 上記抽出手段は、

各上記領域を、当該領域の大きさに応じて異なる上記形状に表した紋様情報をとして抽出する

ことを特徴とする請求の範囲第11項に記載の不正複製防止装置。

14. 印画紙に印画された印画内容の不正複製を防止する不正複製防止方法において、

上記印画紙に有する紋様を撮像する第1のステップと、

撮像した結果得られる紋様画像における紋様を複数の領域に区割りし、区割した各上記領域をそれぞれ所定の形状に表した紋様情報として抽出する第2のステップと、

抽出した上記紋様情報を上記印画紙に記憶する第3のステップと、

記憶した上記紋様情報に基づいて、上記印画紙の正当性を検証する第4のステップと

を具えることを特徴とする不正複製防止方法。

15. 制御装置に対して、

所定の印画内容が印画された印画紙に有する紋様の撮像結果として得られた紋様画像の紋様を複数の領域に区割する第1の処理と、

区割した各上記領域をそれぞれ所定の形状に表した紋様情報として抽出する第2の処理と、

抽出した上記紋様情報を上記印画紙に記憶させるようとする第3の処理と、

上記紙に記憶された上記紋様情報に基づいて、上記印画紙の正当性を検証する第4の処理と

を実行させるプログラム。

16. 印画紙に印画された印画内容の不正複製を防止する不正複製防止装置において、

上記印画紙に有する紋様を撮像する撮像手段と、

上記撮像手段により撮像された結果得られる紋様画像の特徴を抽出する抽出手

段と、

上記抽出手段により抽出された上記特徴を上記印画紙に記憶する記憶手段と、上記記憶手段により記憶された上記特徴に基づいて上記紋様画像を再構成し、再構成した上記紋様画像に基づいて上記印画紙の正当性を検証する検証手段とを具えることを特徴とする不正複製防止装置。

1 7. 上記抽出手段は、

上記紋様画像のうち所定の輝度値でなる画素を上記特徴として抽出し、上記検証手段は、  
上記画素を基準として所定の輝度状態からなる複数の領域を生成することにより上記紋様画像を再構成する  
ことを特徴とする請求の範囲第 1 6 項に記載の不正複製防止装置。

1 8. 上記抽出手段は、

上記紋様画像における低周波成分の画像うち、所定の輝度値でなる画素を上記特徴として抽出する  
ことを特徴とする請求の範囲第 1 7 項に記載の不正複製防止装置。

1 9. 上記検証手段は、

上記画素を含む領域をボロノイ分割して複数の小領域を生成し、これら小領域における輝度状態を上記画素の輝度値を用いて決定することにより上記紋様画像を再構成する  
ことを特徴とする請求の範囲第 1 7 項に記載の不正複製防止装置。

2 0. 上記検証手段は、

上記画素を基準点として複数の領域を生成し、当該基準点の輝度値を用いて、互いに隣接する上記領域内の上記基準点における輝度状態がなだらかとなるよ

うに当該基準点の輝度値を用いて各上記領域の輝度状態を決定することを特徴とする請求の範囲第17項に記載の不正複製防止装置。

21. 印画紙に印画された印画内容の不正複製を防止する不正複製防止方法において、

上記印画紙に有する紋様を撮像する第1のステップと、  
撮像した結果得られる紋様画像の特徴を抽出する第2のステップと、  
抽出した上記特徴を上記印画紙に記憶する第3のステップと、  
記憶した上記特徴に基づいて上記紋様画像を再構成し、再構成した上記紋様画像に基づいて上記印画紙の正当性を検証する第4のステップと  
を具えることを特徴とする不正複製防止方法。

22. 上記第1のステップでは、

上記紋様画像のうち所定の輝度値でなる画素を上記特徴として抽出し、  
上記第4のステップでは、  
上記画素を基準として所定の輝度状態からなる複数の領域を生成することにより上記紋様画像を再構成する  
ことを特徴とする請求の範囲第21項に記載の不正複製防止方法。

23. 上記第1のステップでは、

上記紋様画像における低周波成分の画像うち、所定の輝度値でなる画素を上記特徴として抽出する  
ことを特徴とする請求の範囲第22項に記載の不正複製防止方法。

24. 上記第4のステップでは、

上記画素を含む領域をボロノイ分割して複数の小領域を生成し、これら小領域における輝度状態を上記画素の輝度値を用いて決定することにより上記紋様画像

を再構成する

ことを特徴とする請求の範囲第22項に記載の不正複製防止方法。

25. 上記第4のステップでは、

上記画素を基準点として複数の領域を生成し、当該基準点の輝度値を用いて、互いに隣接する上記領域内の上記基準点間における輝度状態がなだらかとなるよう当該基準点の輝度値を用いて各上記領域の輝度状態を決定する

ことを特徴とする請求の範囲第22項に記載の不正複製防止方法。

26. 制御装置に対して、

所定の印画内容が印画された印画紙に有する紋様の撮像結果として得られた紋様画像の特徴を抽出する第1の処理と、

抽出した上記特徴を上記印画紙に記憶させるようとする第2の処理と、

上記印画紙に記憶された上記特徴に基づいて上記紋様画像を再構成する第3の処理と、

再構成した上記紋様画像に基づいて上記印画紙の正当性を検証する第4の処理と

を実行させるプログラム。

27. 印画紙に印画された印画内容の不正複製を防止する不正複製防止装置において、

上記印画紙に有する紋様を所定単位の領域に区割りする区割手段と、

上記区割手段により区割された各上記領域それぞれについて、当該領域の輪郭上の点に基づいて上記輪郭に近似する曲線を生成するための複数の点を決定し、これら点を紋様情報として抽出する抽出手段と、

上記抽出手段により抽出された上記紋様情報を上記印画紙に記憶する記憶手段と、

上記記憶手段により記憶された上記紋様情報から各上記領域を再構築し、当該再構築した各上記領域を用いて上記印画紙の正当性を検証する検証手段とを具えることを特徴とする不正複製防止装置。

2 8 . 上記抽出手段は、

上記輪郭上における点と、上記輪郭から外側又は内側に所定距離だけ離れた点とを上記複数の点として決定する  
ことを特徴とする請求の範囲第 2 7 項に記載の不正複製防止装置。

2 9 . 上記抽出手段は、

各上記領域の面積に対応する数の点を上記輪郭上の点として選択し、当該選択した上記輪郭上の点に基づいて上記輪郭に近似する曲線を生成するための複数の点を決定する  
ことを特徴とする請求の範囲第 2 7 項に記載の不正複製防止装置。

3 0 . 印画紙に印画された印画内容の不正複製を防止する不正複製防止方法において、

上記印画紙に有する紋様を所定単位の領域に区割する第 1 のステップと、  
区割した各上記領域それぞれについて、当該領域の輪郭上の点に基づいて上記輪郭に近似する曲線を生成するための複数の点を決定し、これら点を紋様情報として抽出する第 2 のステップと、

上記抽出手段により抽出された上記紋様情報を上記印画紙に記憶する第 3 のステップと、

上記記憶手段により記憶された上記紋様情報から各上記領域を再構築し、当該再構築した各上記領域を用いて上記印画紙の正当性を検証する第 4 のステップとを具えることを特徴とする不正複製防止方法。

3 1. 上記第 2 のステップでは、

上記輪郭上における点と、上記輪郭から外側又は内側に所定距離だけ離れた点とを上記複数の点として決定する

ことを特徴とする請求の範囲第 30 項に記載の不正複製防止方法。

3 2. 上記第 2 のステップでは、

各上記領域の面積に対応する数の点を上記輪郭上の点として選択し、当該選択した上記輪郭上の点に基づいて上記輪郭に近似する曲線を生成するための複数の点を決定する

ことを特徴とする請求の範囲第 30 項に記載の不正複製防止方法。

3 3. 制御装置に対して、

所定の印画内容が印画された印画紙に有する紋様の撮像結果として得られた紋様画像における紋様を所定単位の領域に区割りする第 1 の処理と、

区割した各上記領域それぞれについて、当該領域の輪郭上の点に基づいて上記輪郭に近似する曲線を生成するための複数の点を決定し、これら点を紋様情報として抽出する第 2 の処理と、

決定した上記点を紋様情報として上記印画紙に記憶する第 3 の処理と、

上記印画紙に記憶された上記紋様情報から各上記領域を再構築し、当該再構築した各上記領域を用いて上記印画紙の正当性を検証する第 4 の処理と  
を実行させるプログラム。

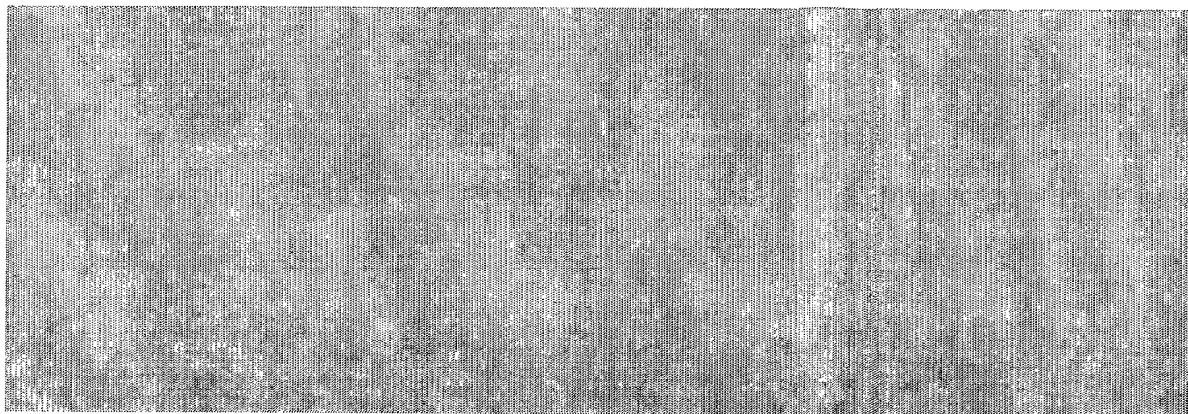


図 1

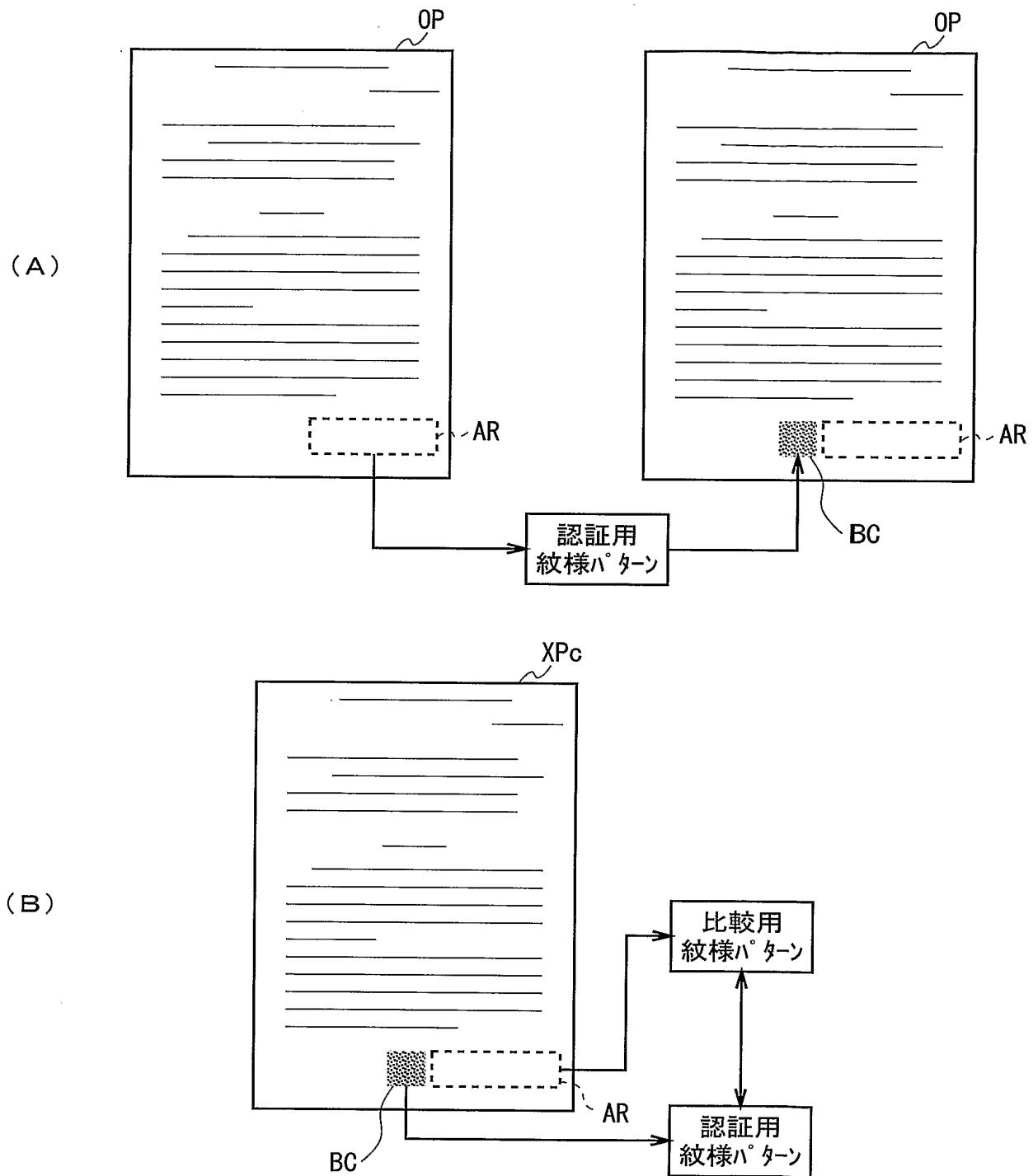


図 2

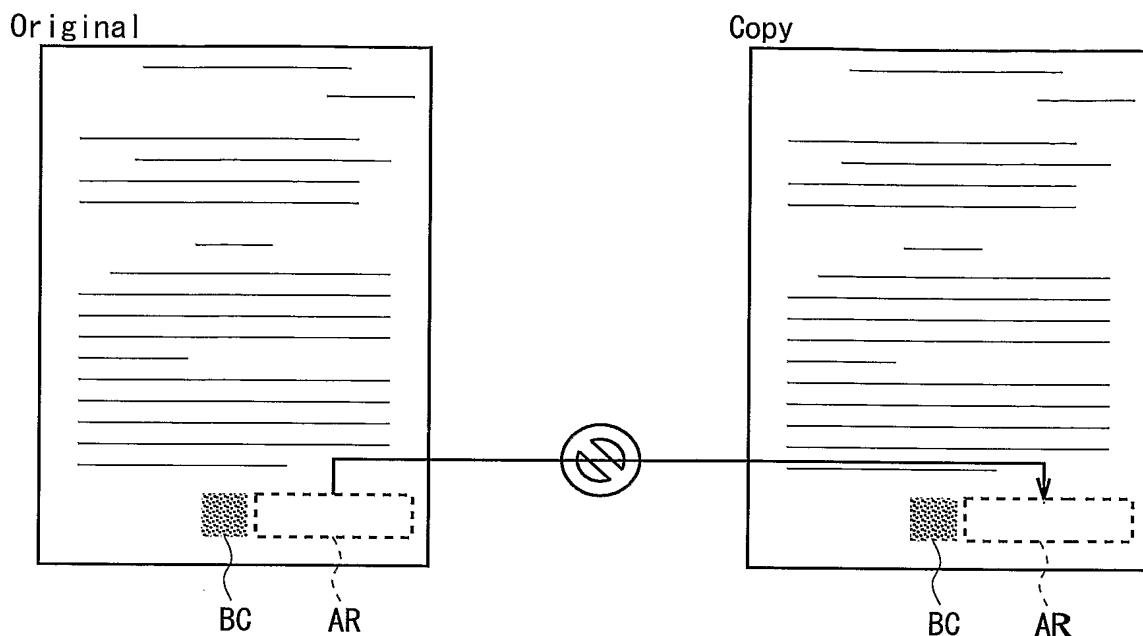


図 3

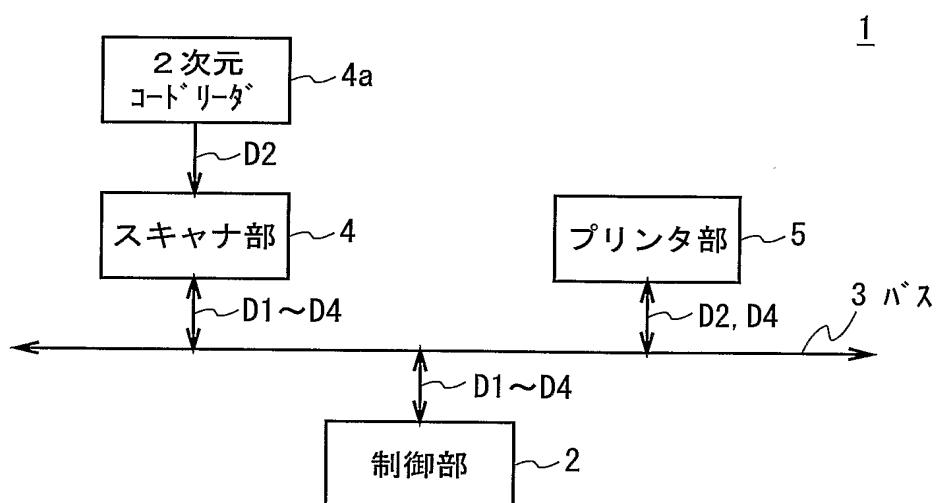


図 4

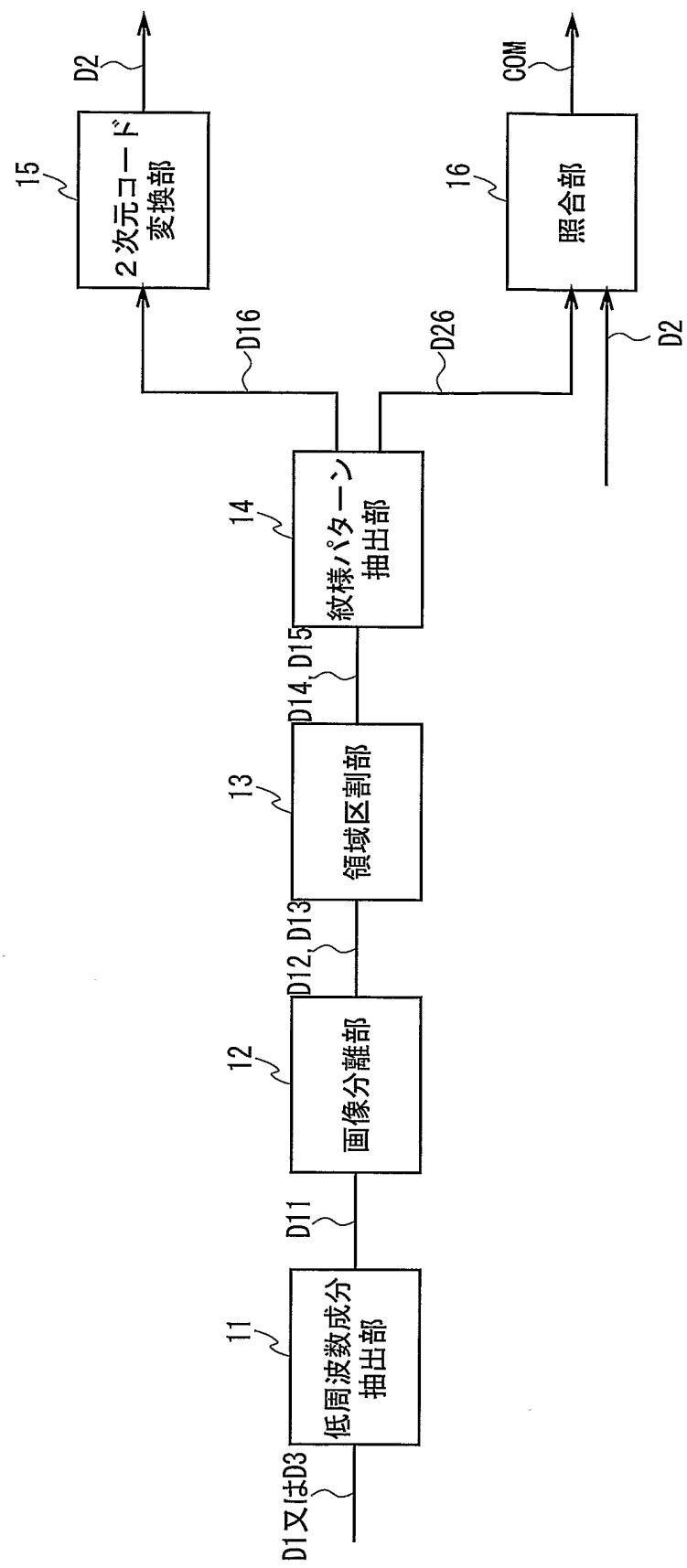


図5

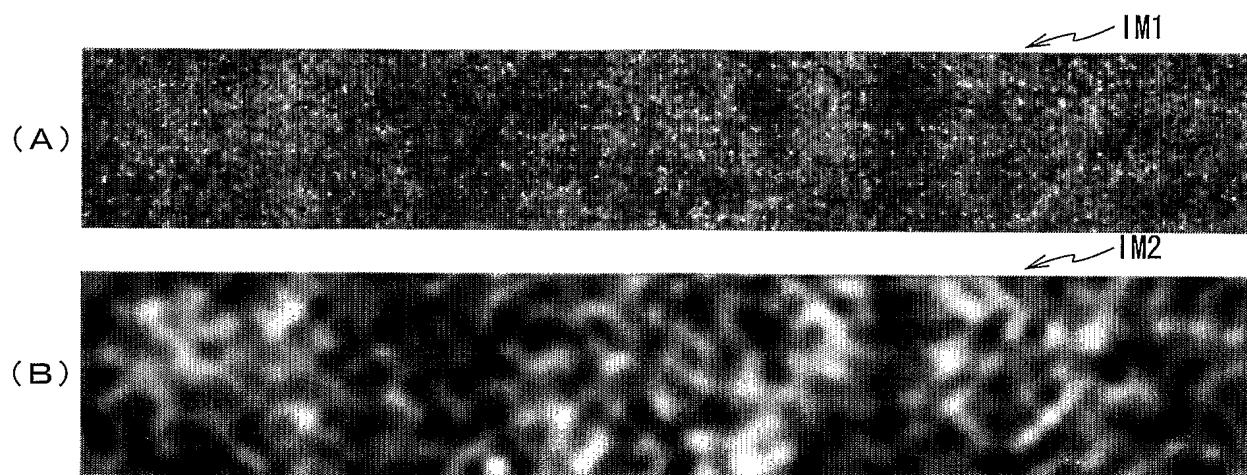


図 6

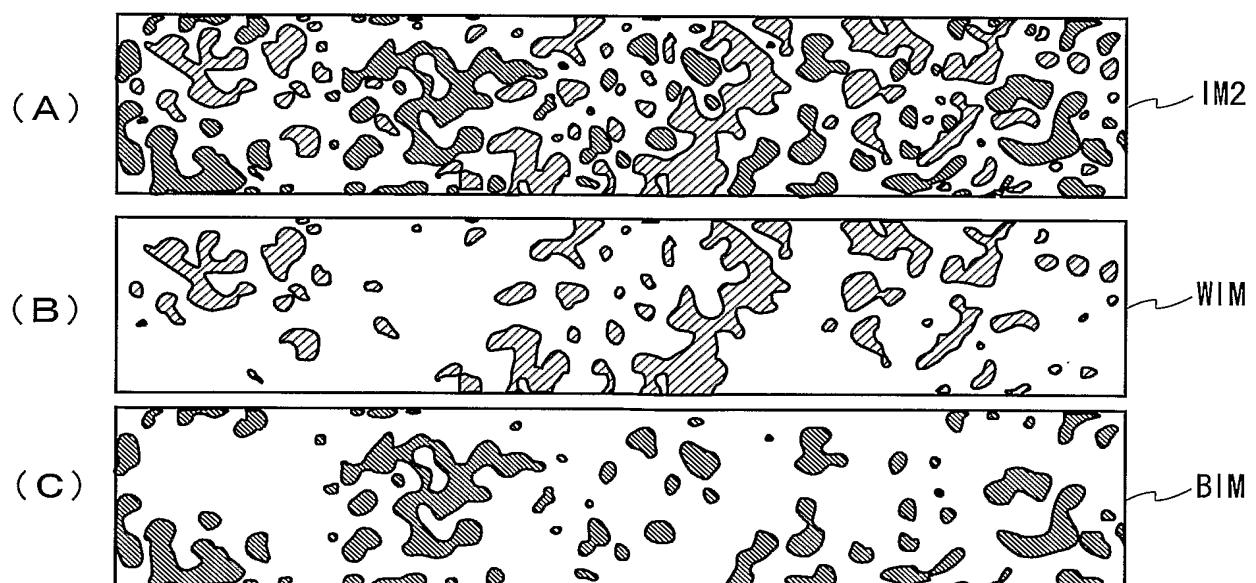


図 7

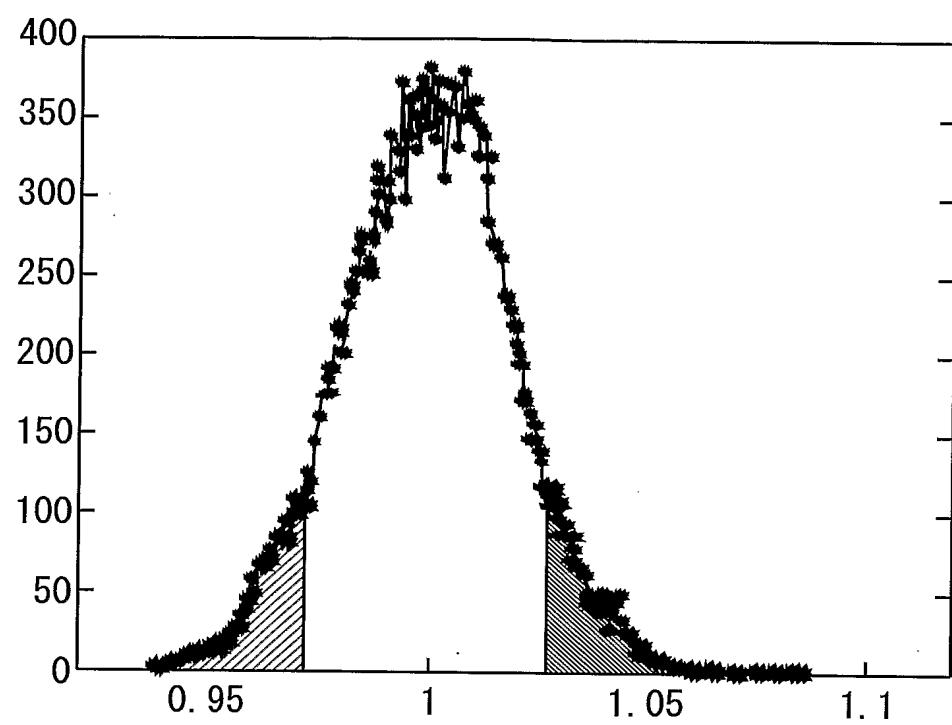


図 8

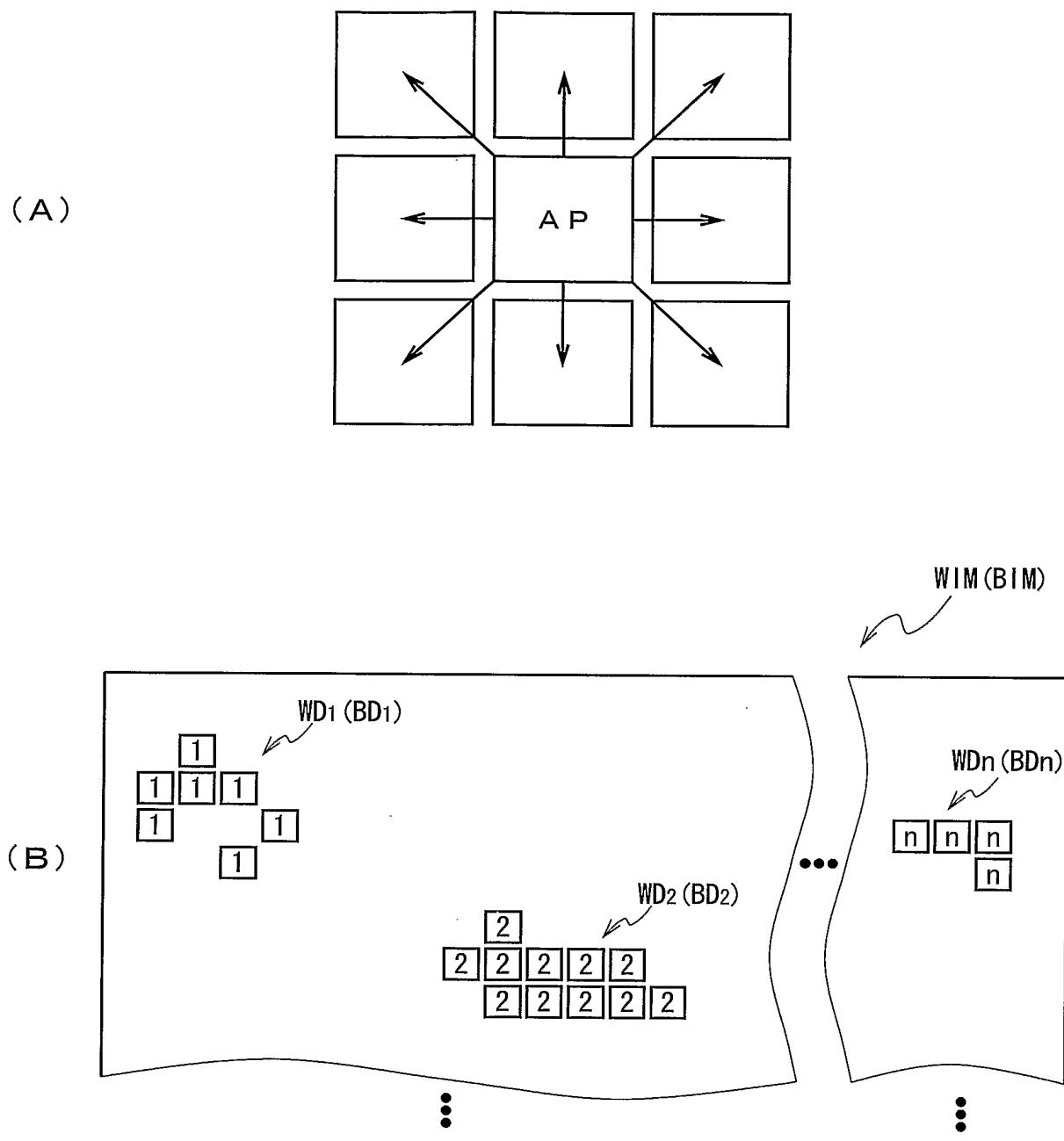


図 9

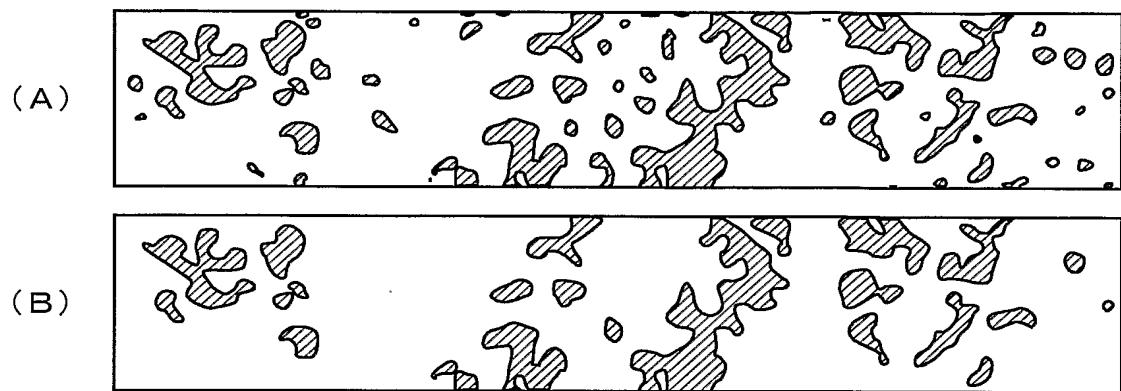


図 10

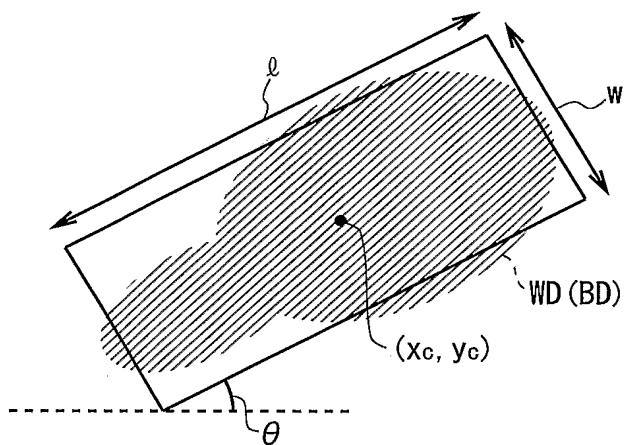


図 11

	データ範囲	データサイズ
中心座標 ( $x_c, y_c$ )	0~1023	$2 \times 16\text{bit}$
長辺 $l$	0~1023	16bit
短辺 $w$	0~1023	16bit
長辺と軸となす角 $\theta$	-90~90	8bit
	計	72bit

	平均	最大	最小
白ダマ	24.7個	30個	21個
黒ダマ	23.6個	30個	15個
計	48.3個	56個	41個
サイズ	435byte	504byte	369byte

図 1 2

	PDF417	DataMatrix	MaxiCode	QRコード
開発国	Symbol社(米)	CI Matrix社(米)	URSS社(米)	デンソー(日)
データ量	数字 2,710	3,116	138	2,710
	英数字 1,850	2,355	93	4,296
	バイナリ 1,018	1,556	—	2,953
	漢字 554	778	—	1,8
主な特徴	大容量データ	省スペース	高速読取	大容量 省スペース 高速読取
主な用途	OA	FA	物流	全分野
規格化	ISO AIM International	ISO AIM International	ISO AIM International	ISO JIS AIM International

図13

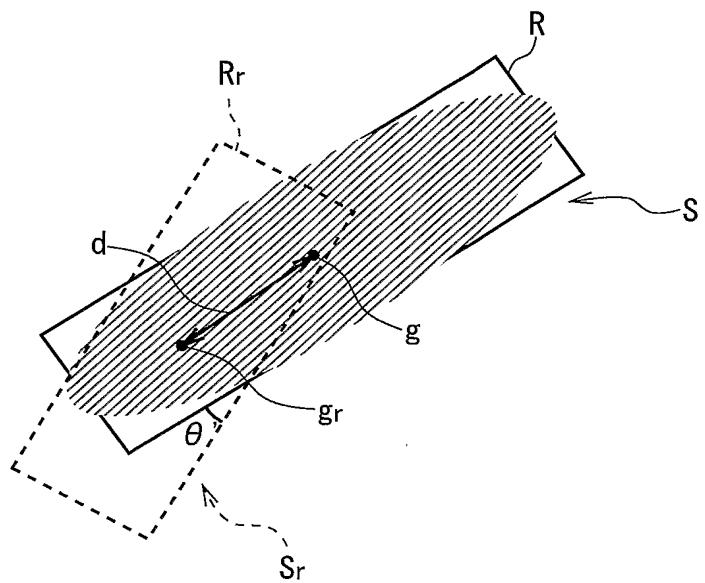


図 1 4

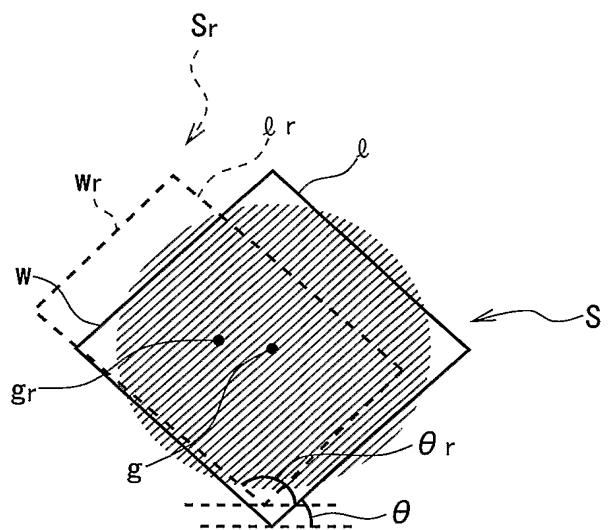


図 15

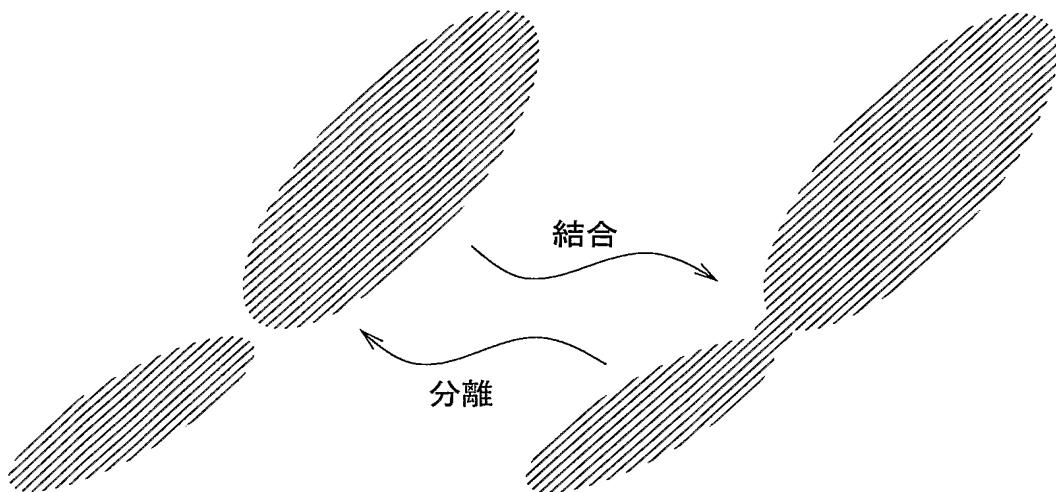


図 16

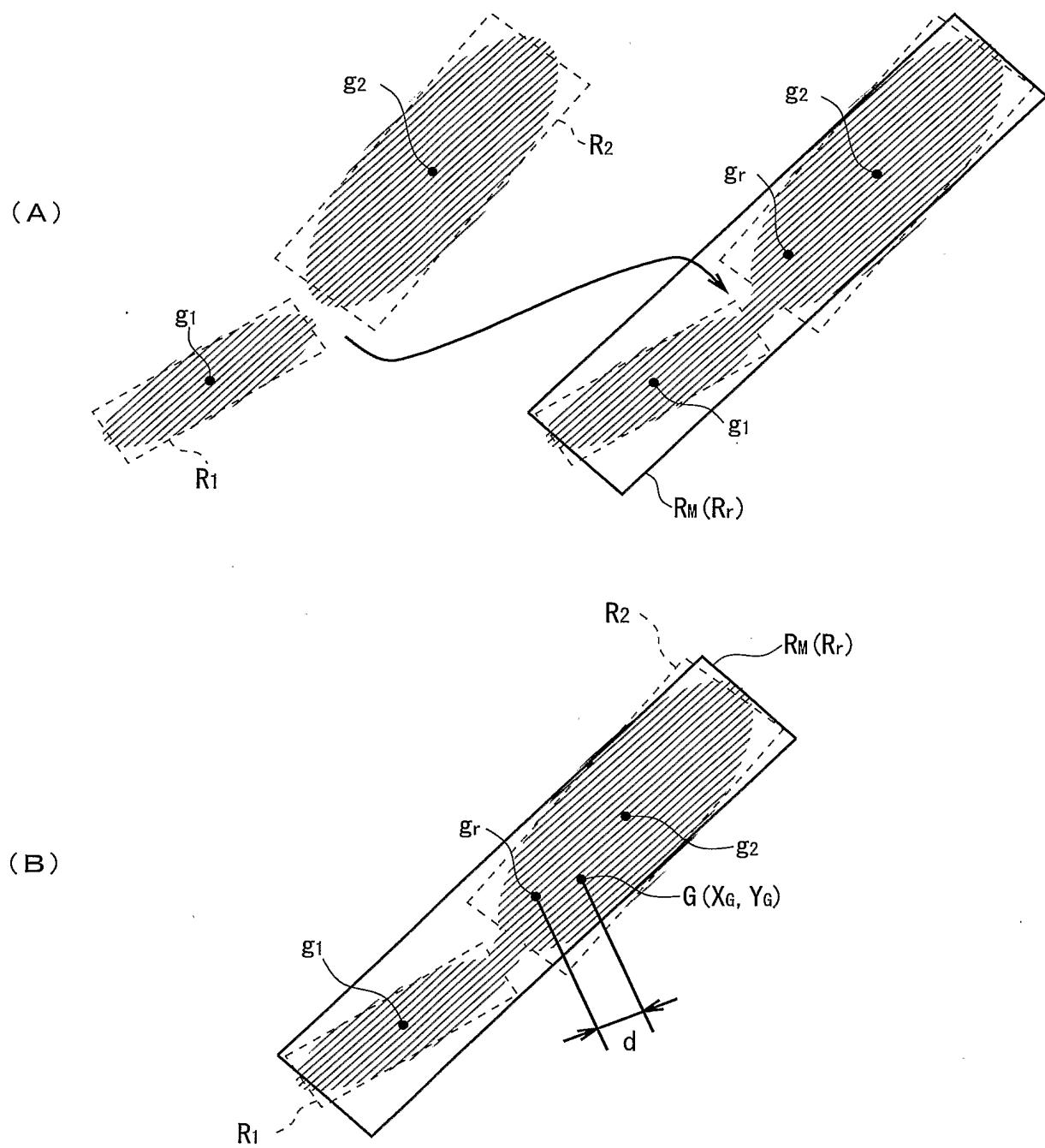


図 17

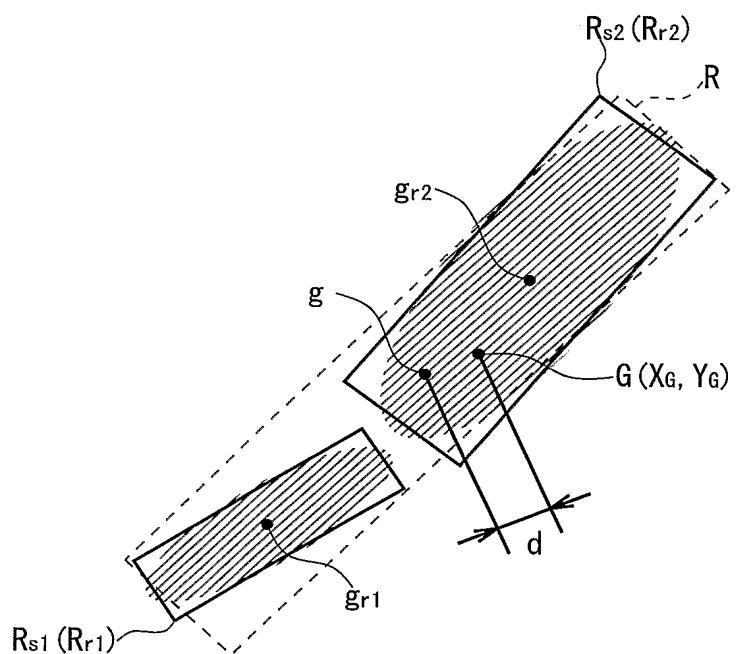
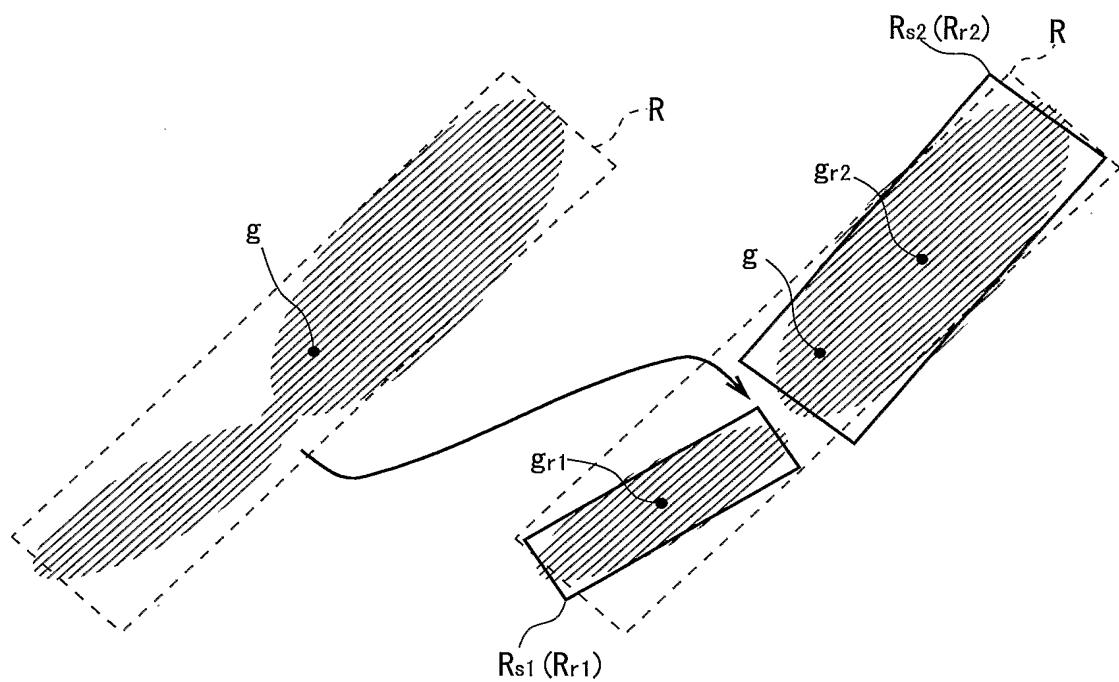


図 18

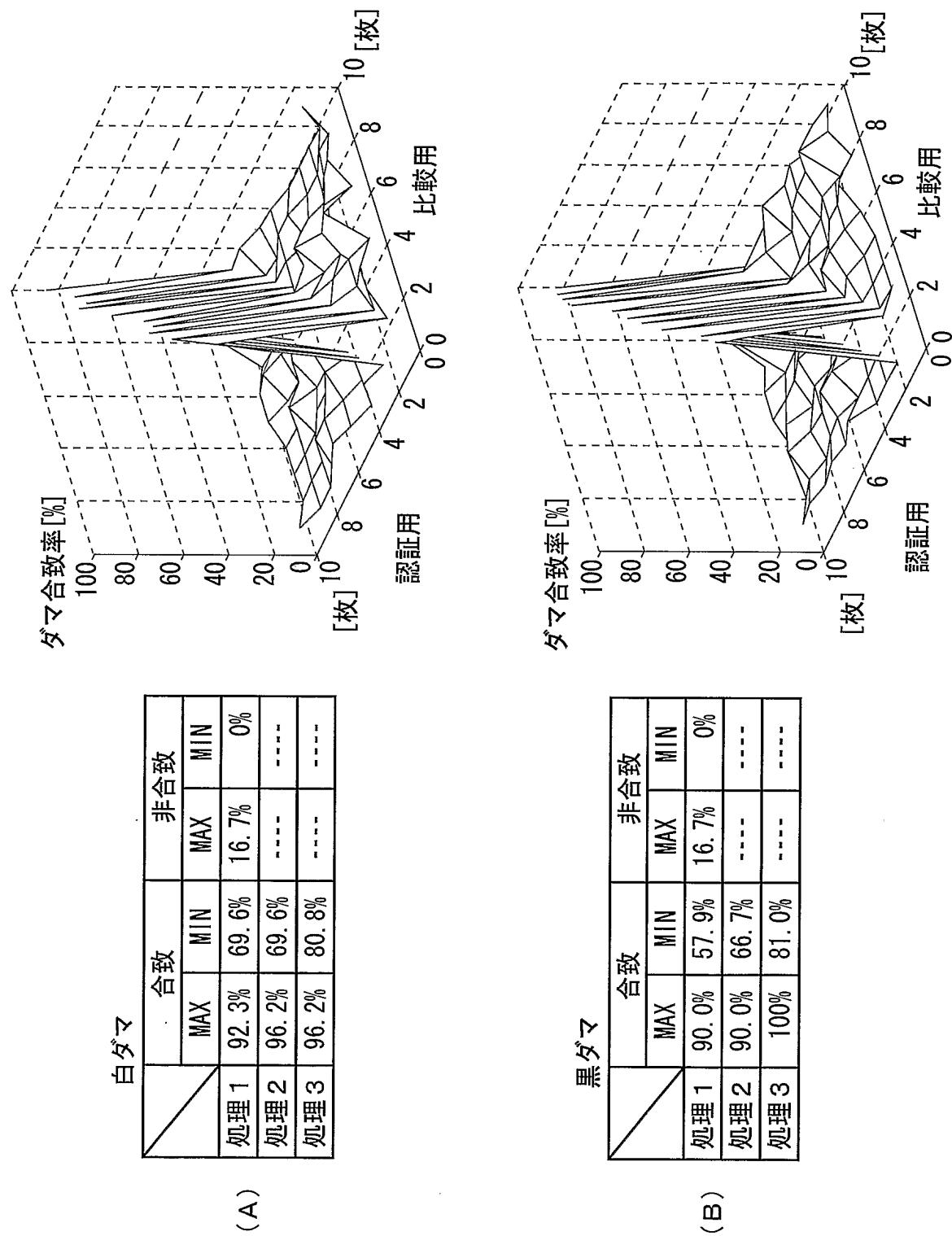


図 19

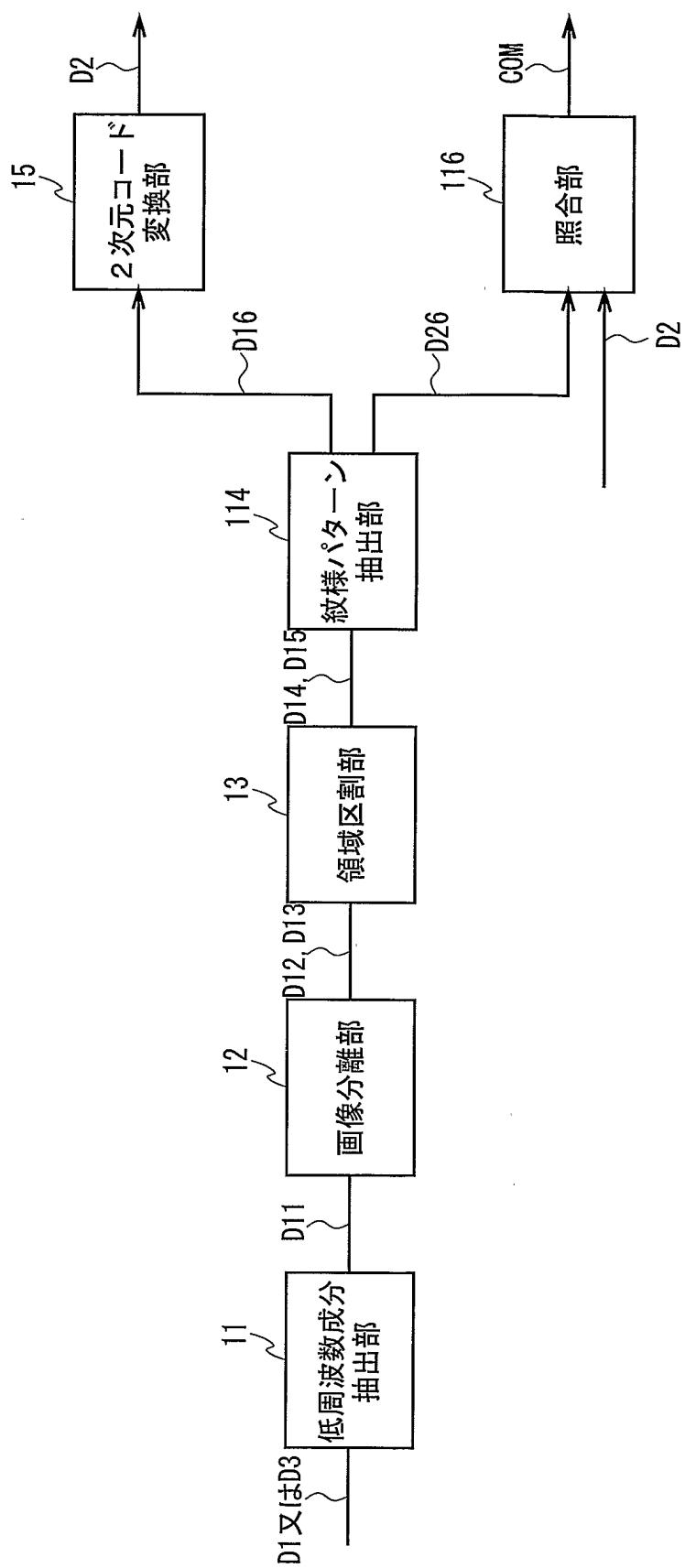


図20

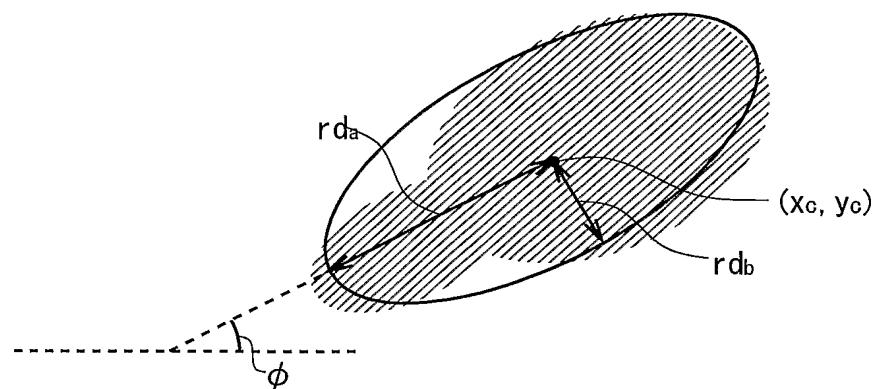


図 2 1

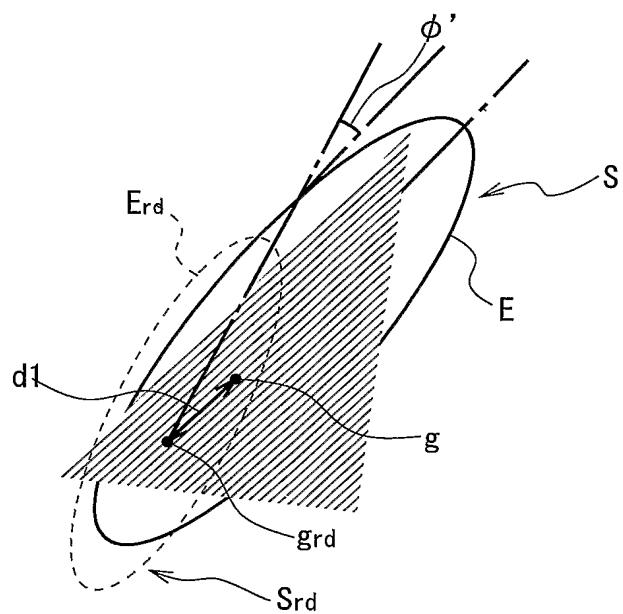


図 22

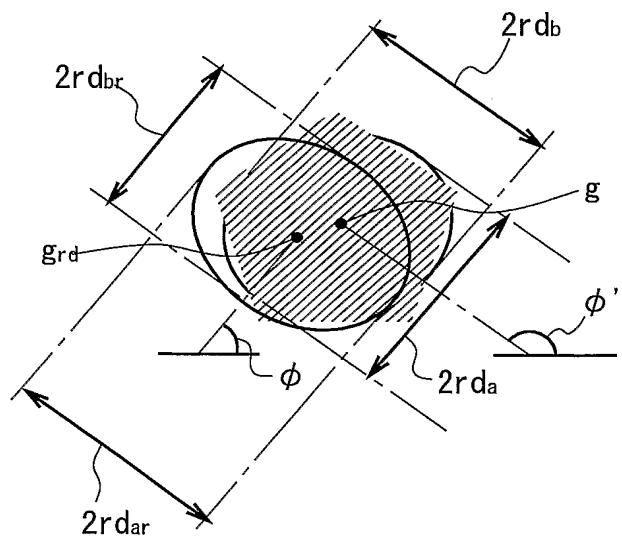


図 23

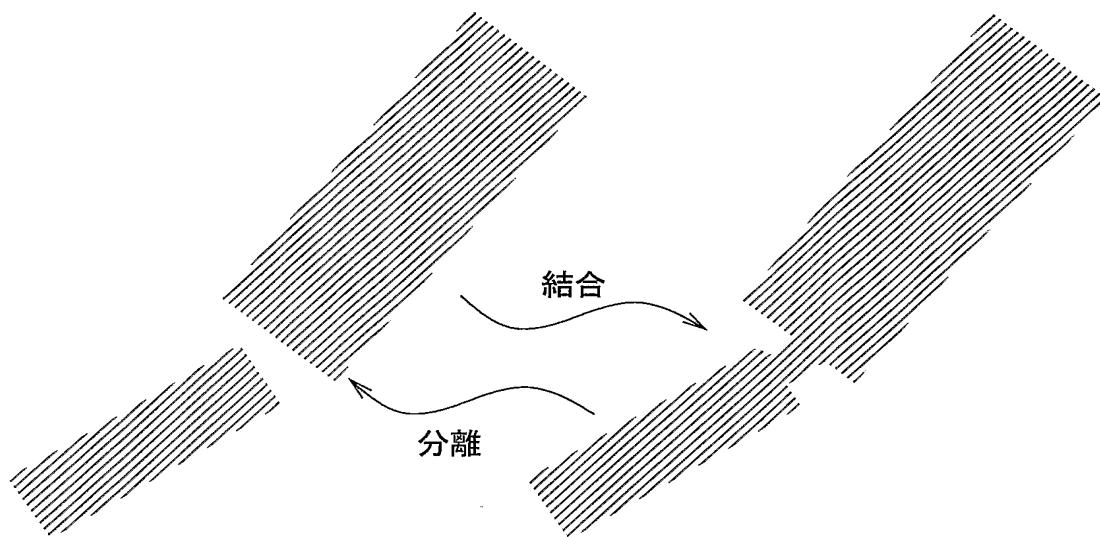


図 24

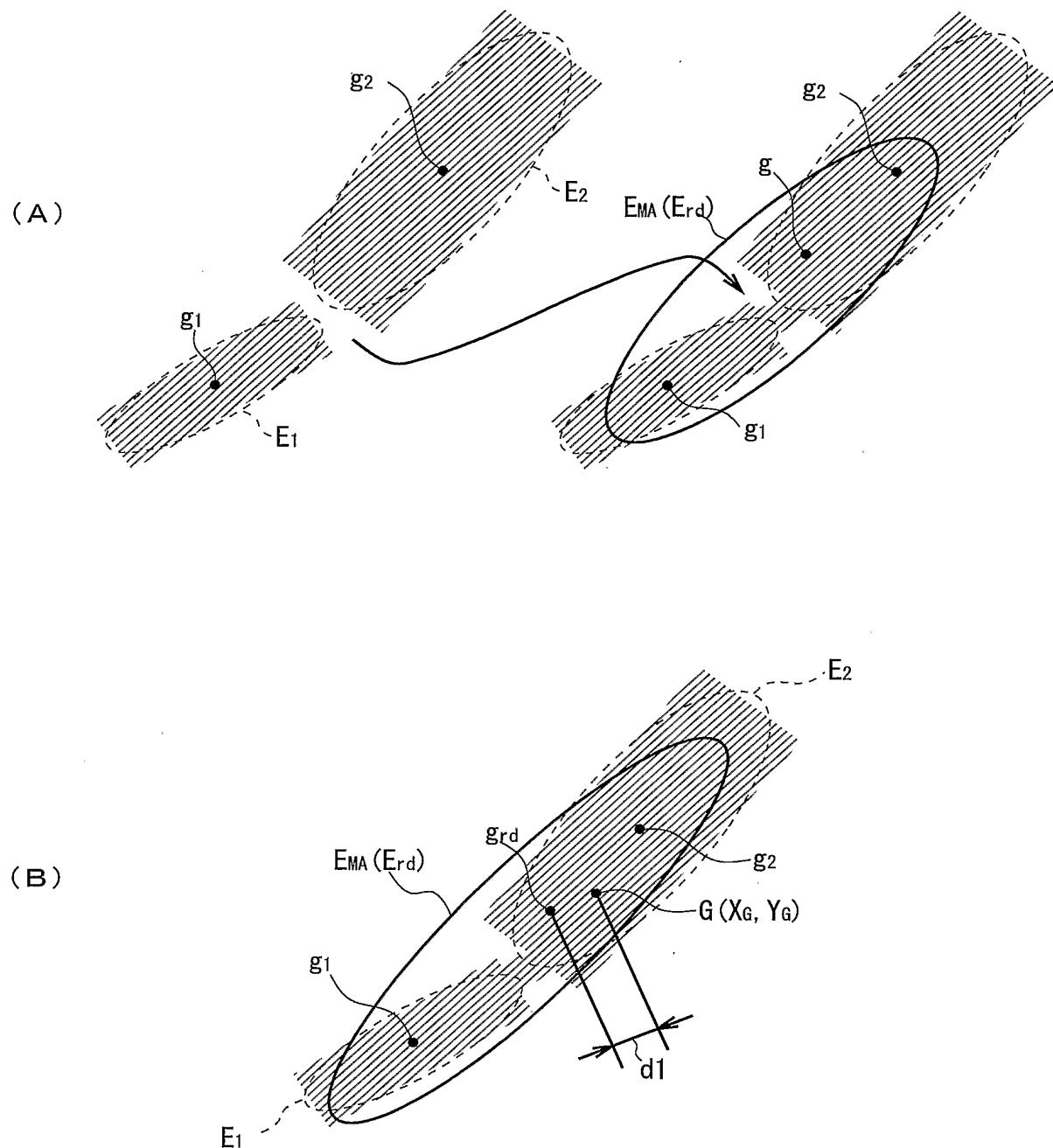


図 25

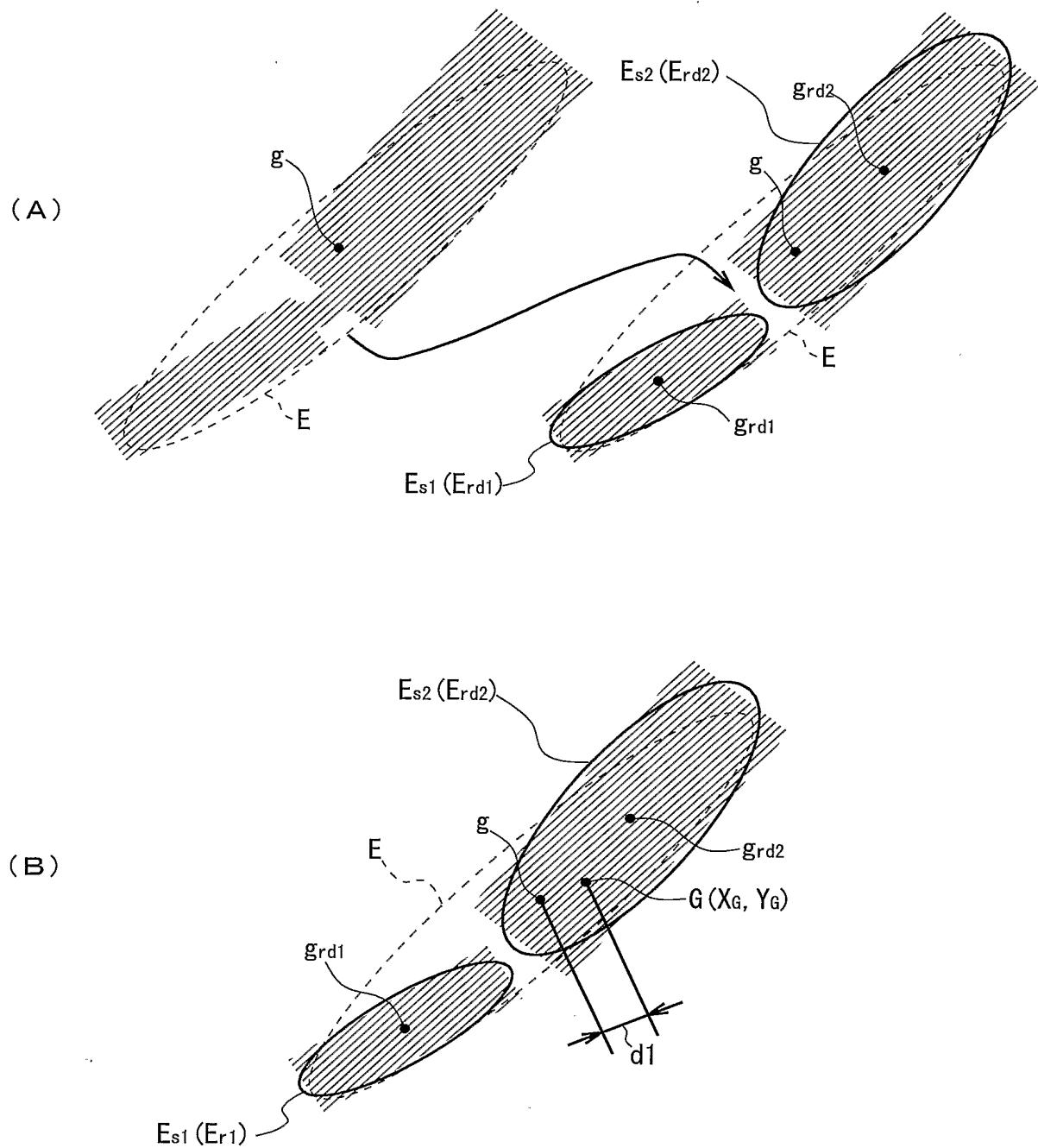


図 2 6

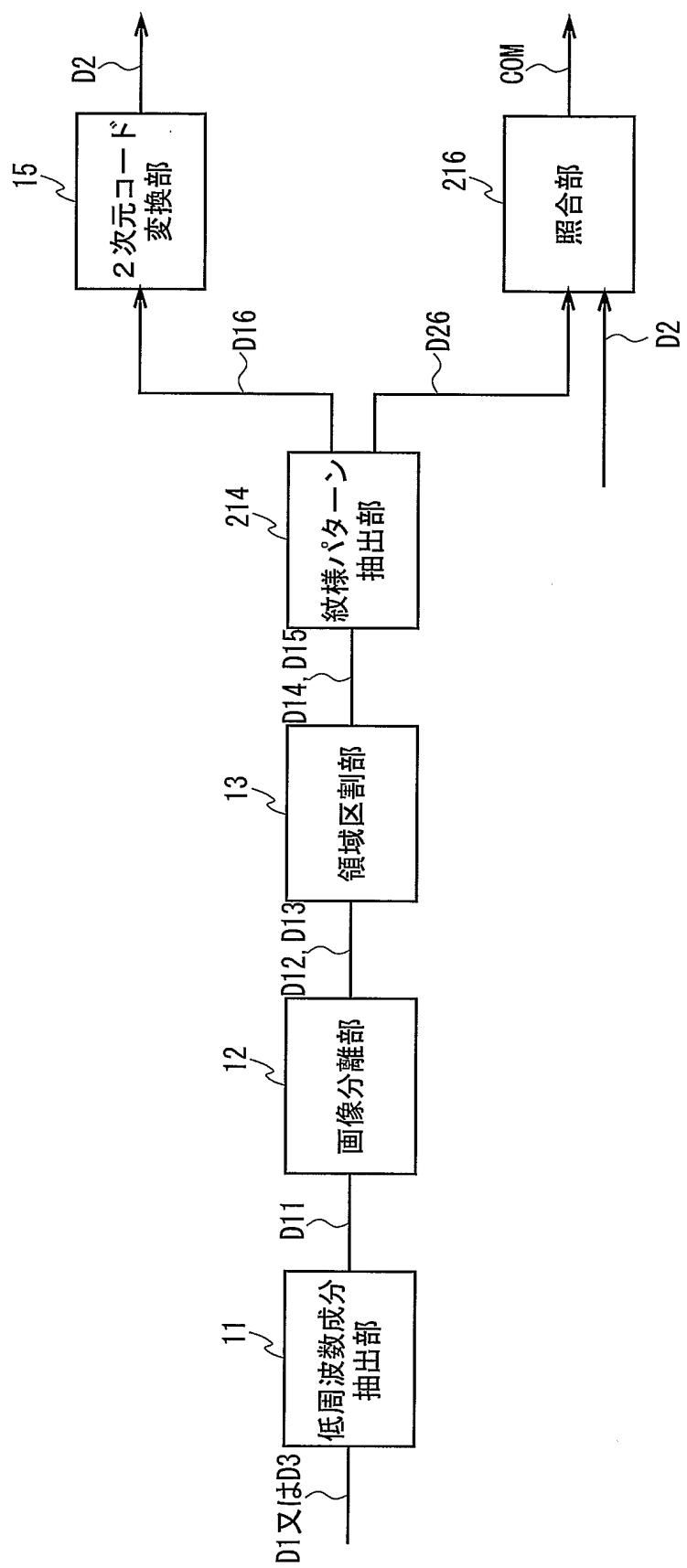


図27

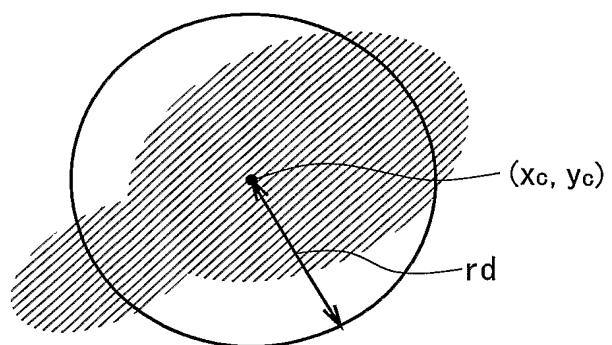


図 28

	データ範囲	データサイズ
中心座標 $(x_c, y_c)$	0~1023	$2 \times 16\text{bit}$
半径 $r_d$	0~1023	16bit
	計	48bit

図 29

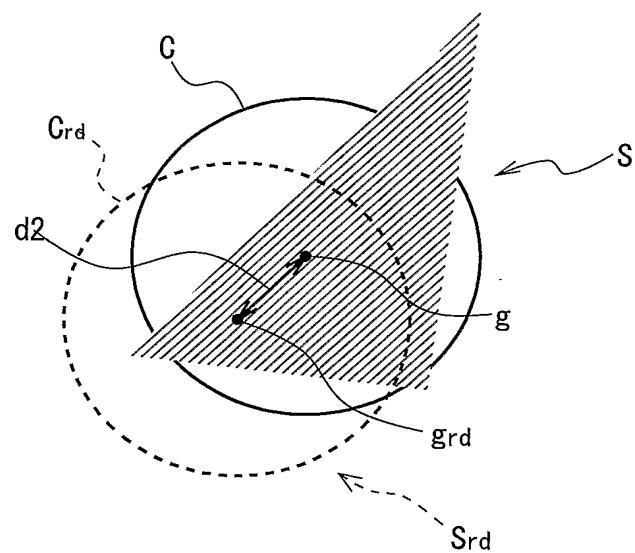


図 3 O

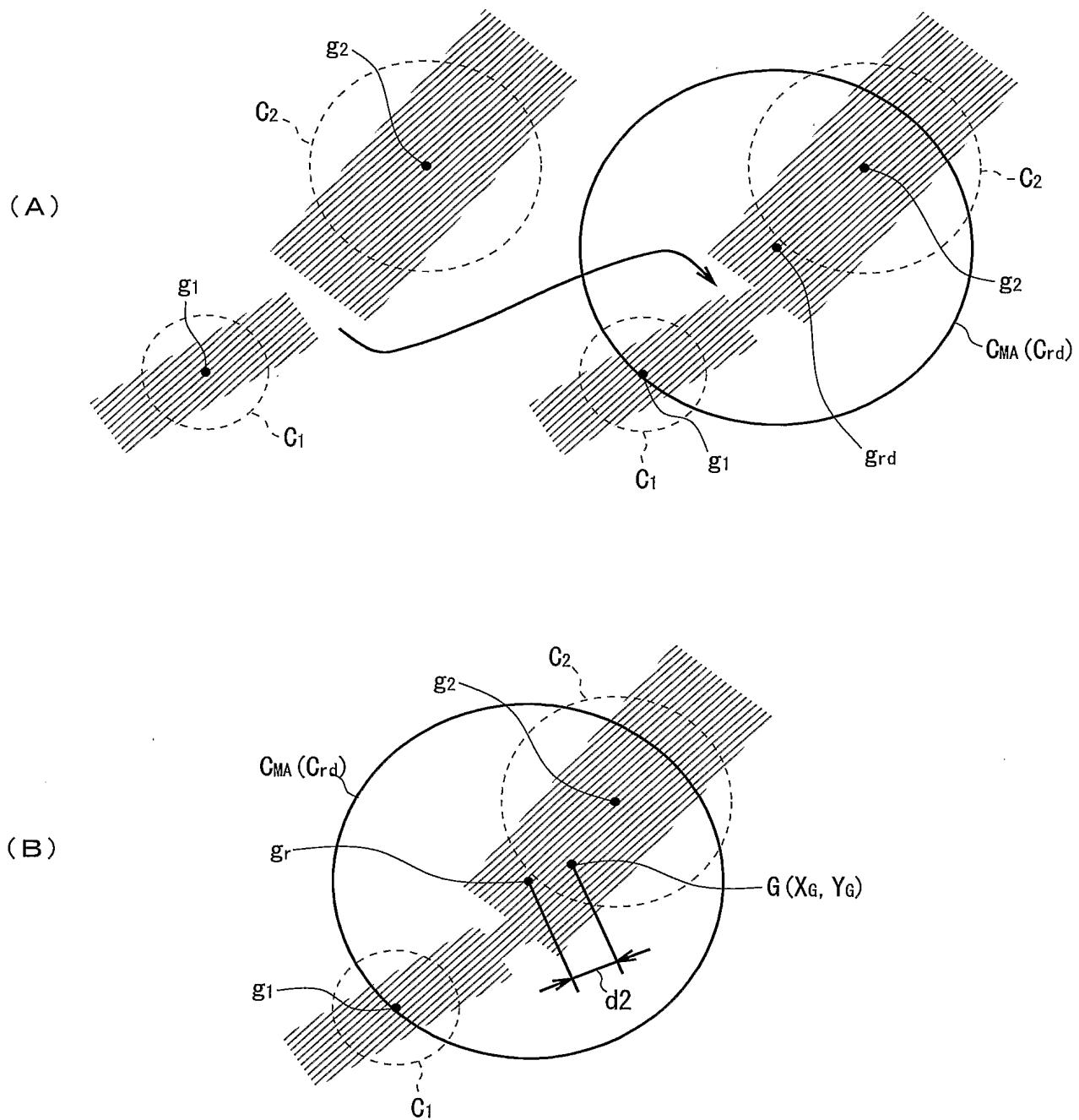


図 3-1

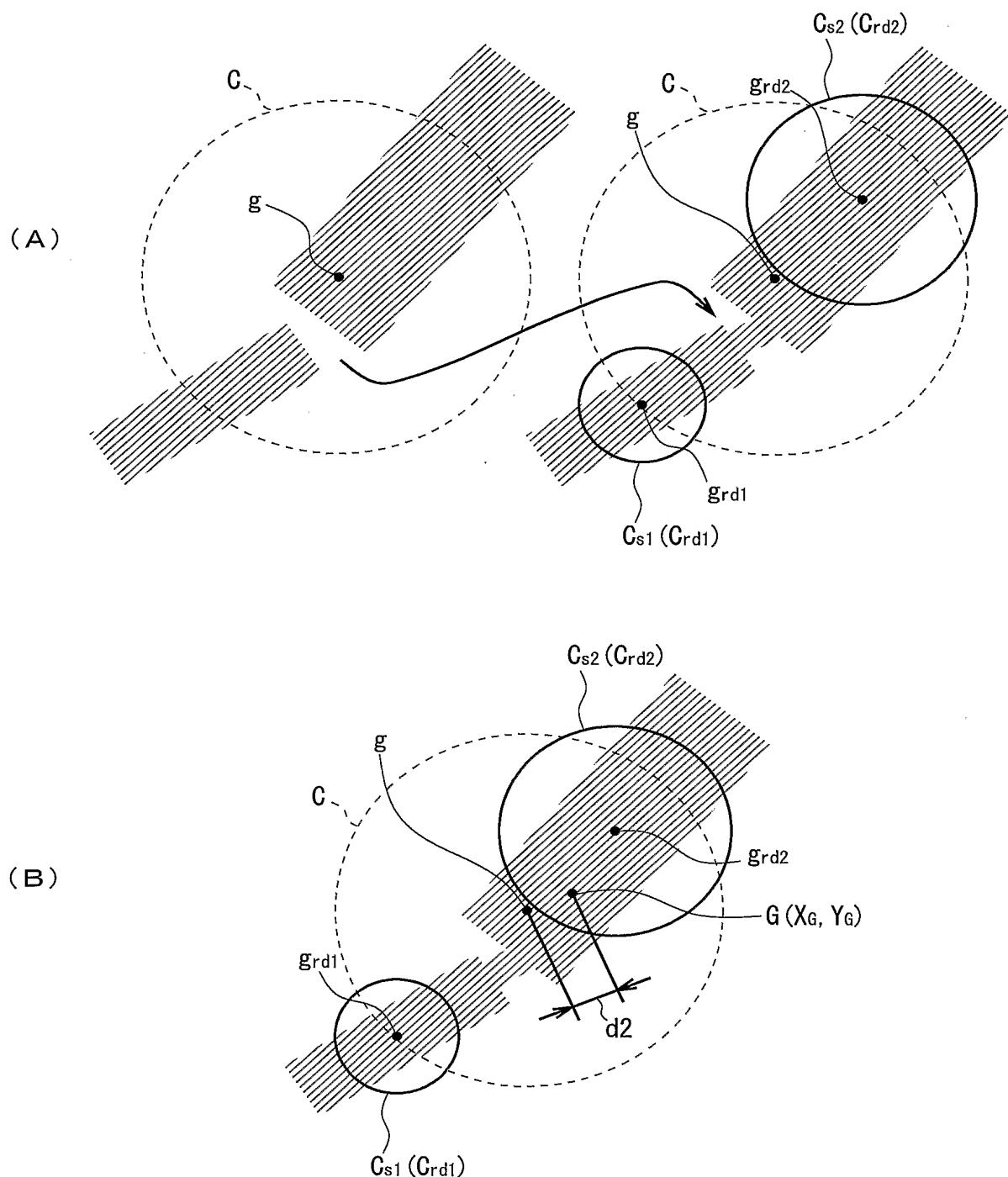


図 3 2

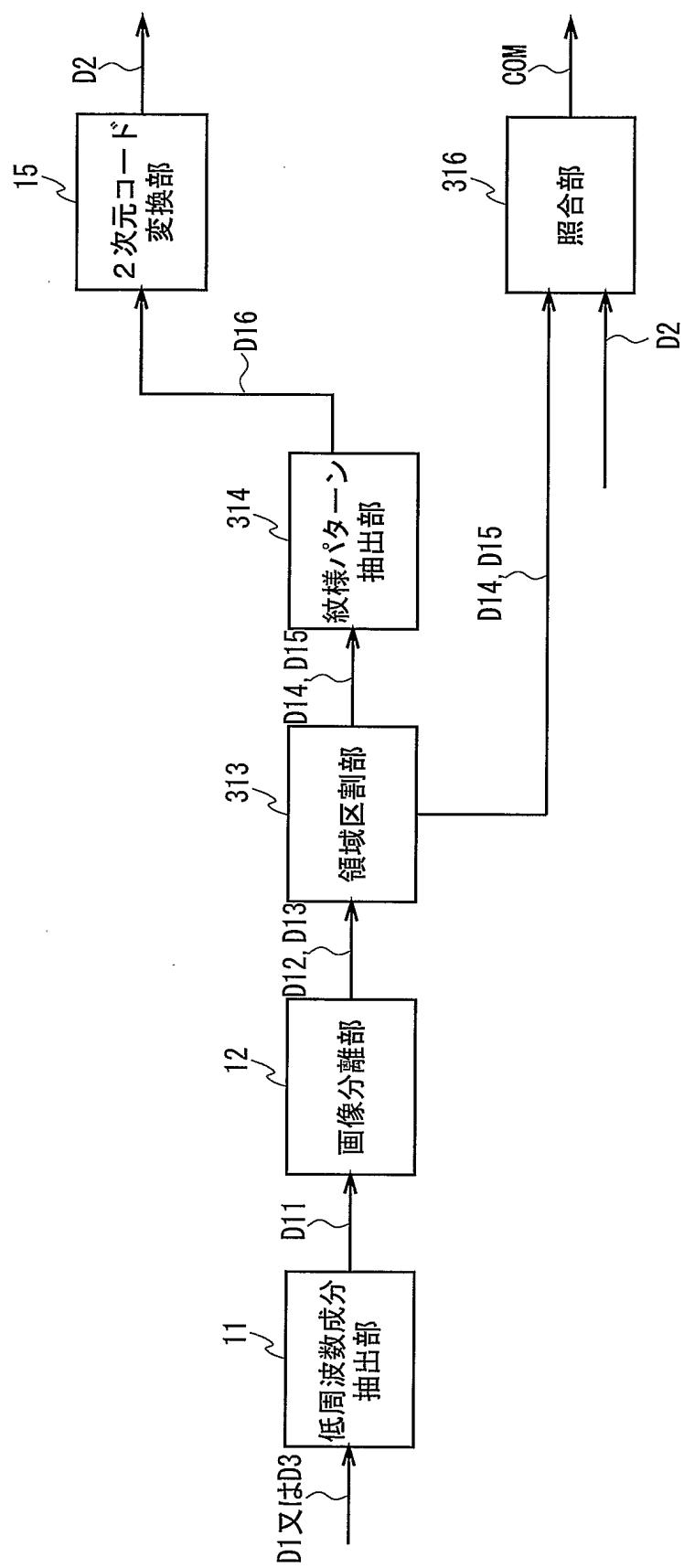


図 3 3

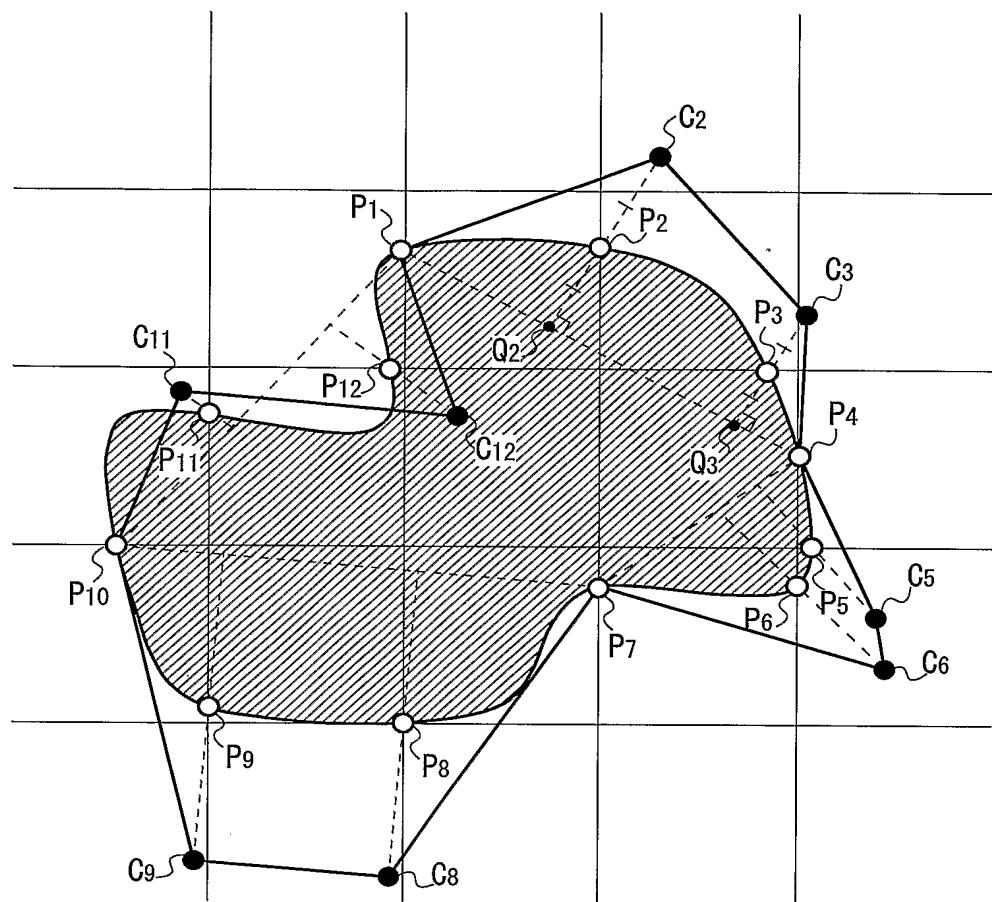


図 3 4

	データ範囲	データサイズ
制御点座標	0~1023	$2 \times 16\text{bit}$
	計	$32k(n+1)\text{bit}$

図 3 5

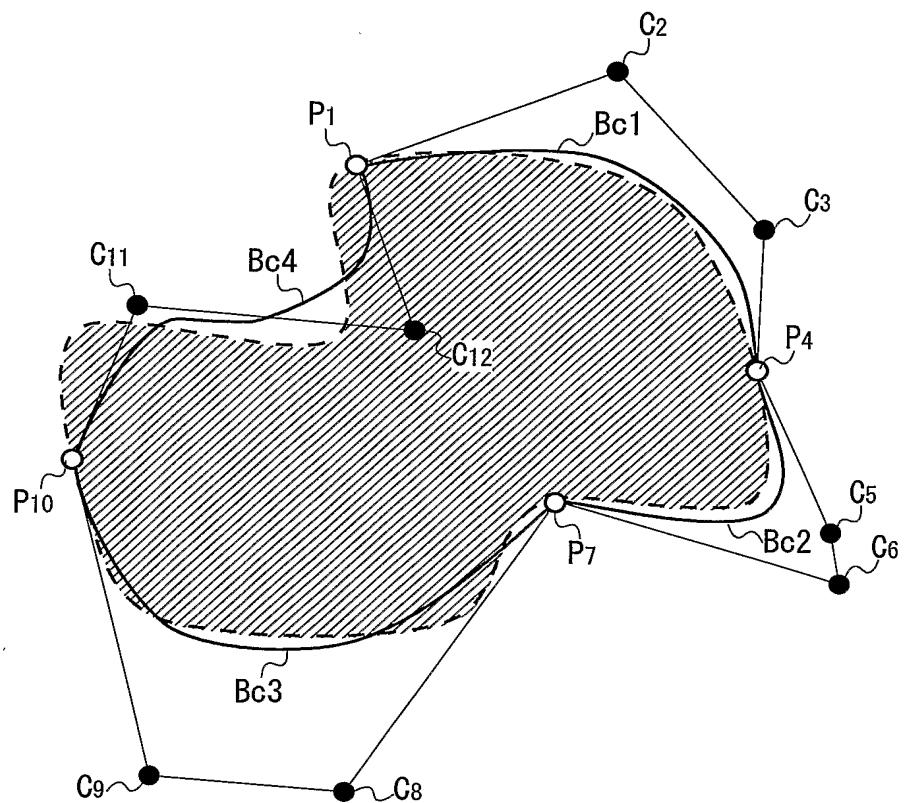


図 3 6

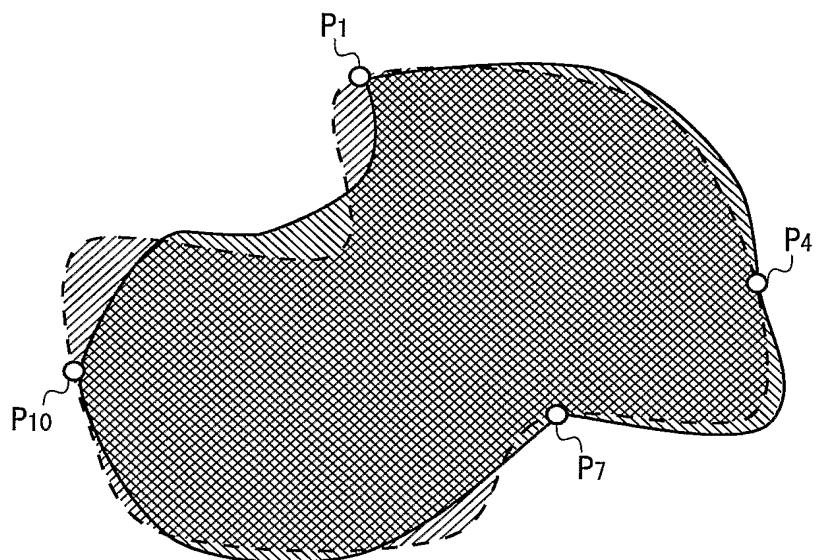


図 3 7

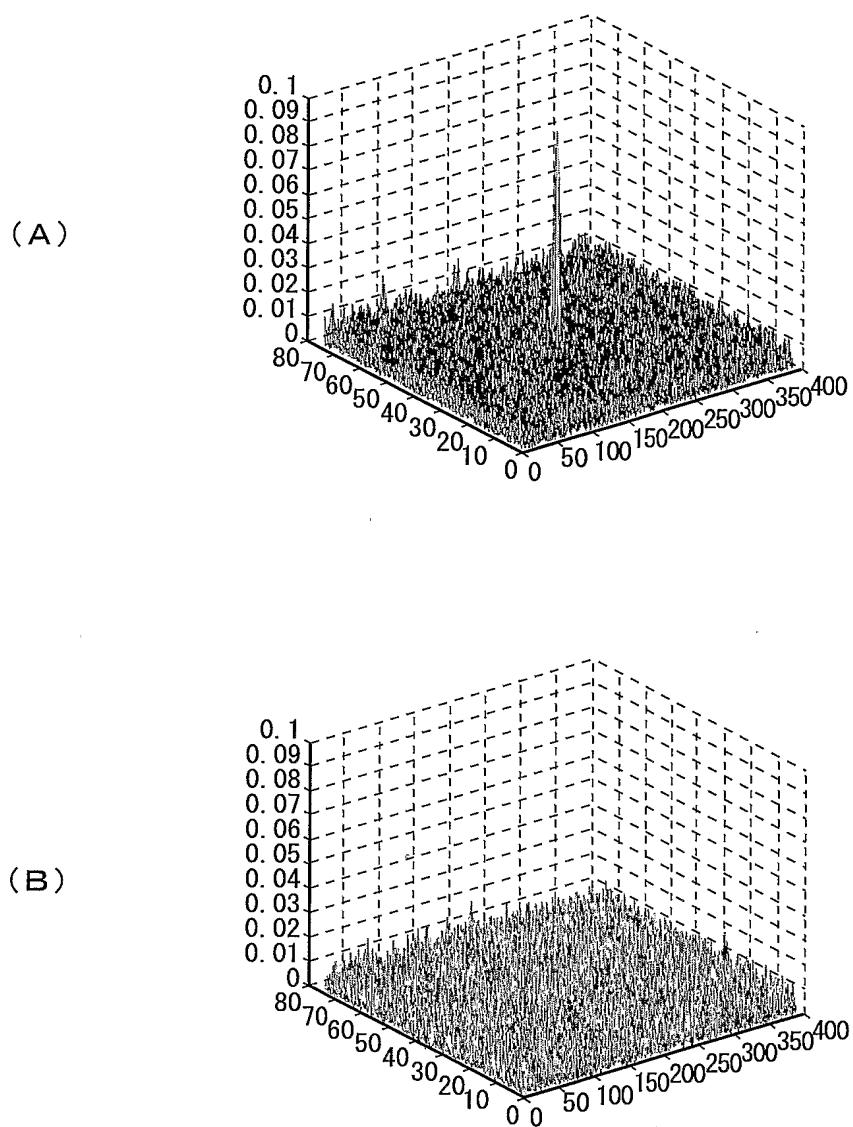


図 3 8

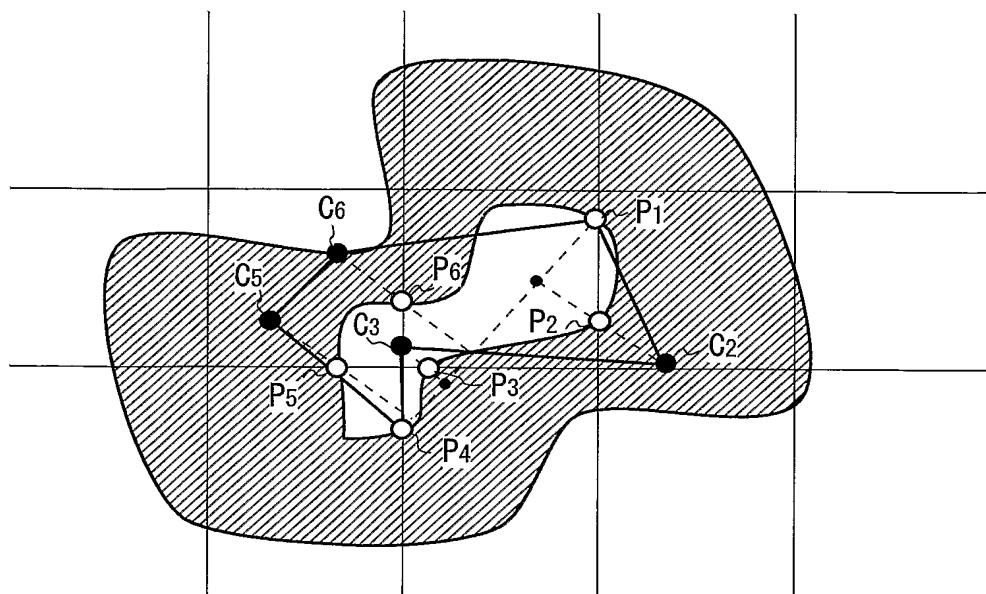


図 3 9

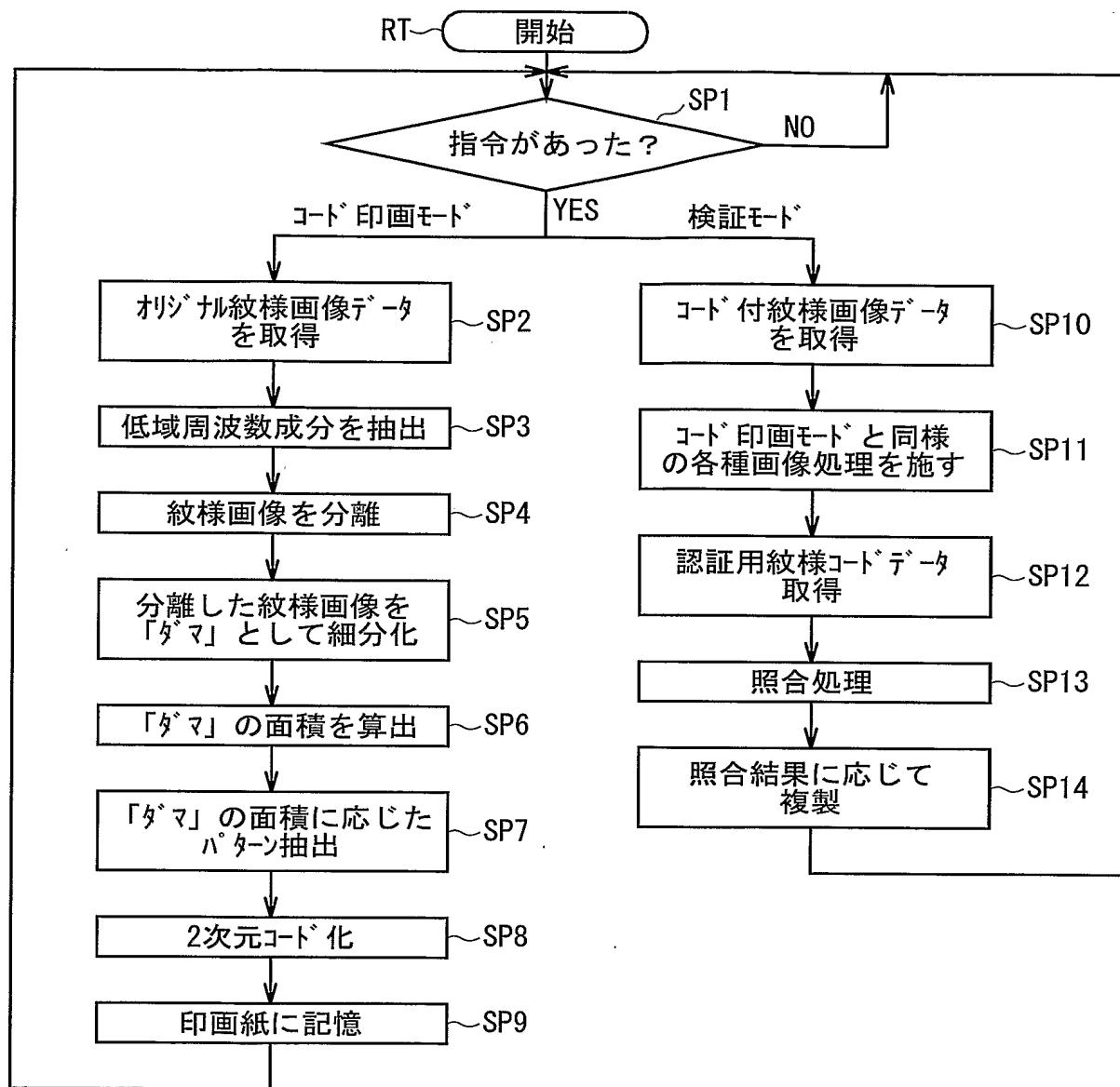
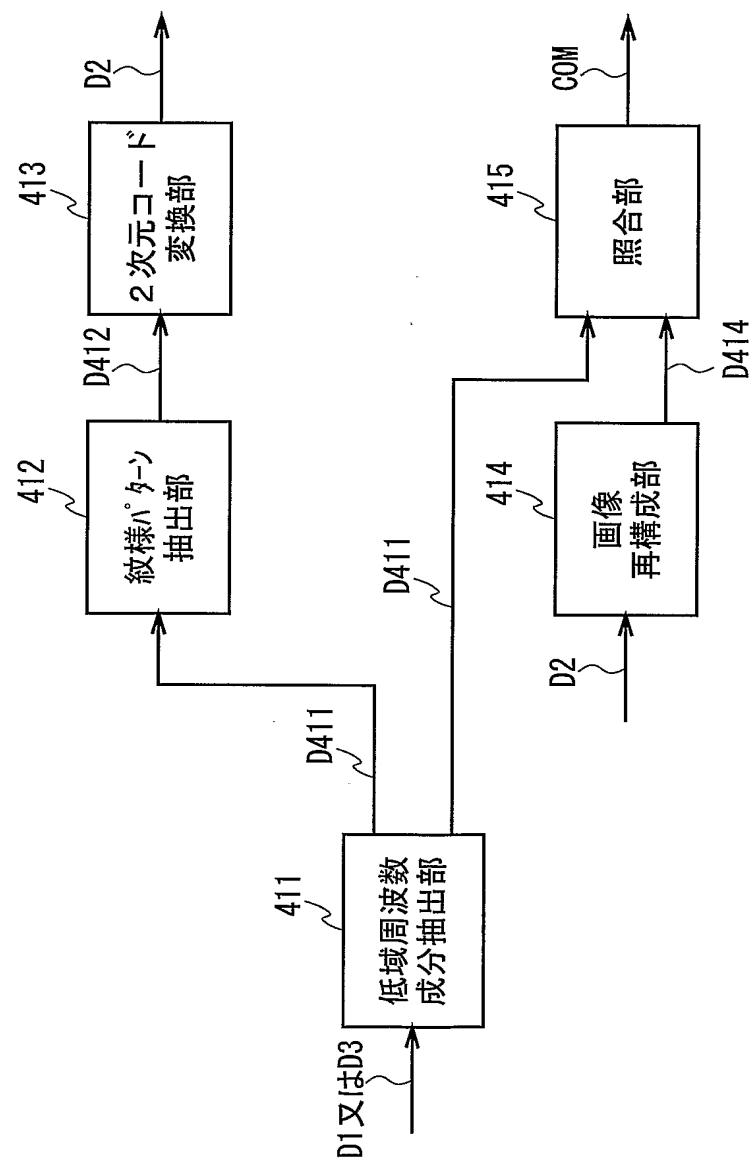


図 4 O



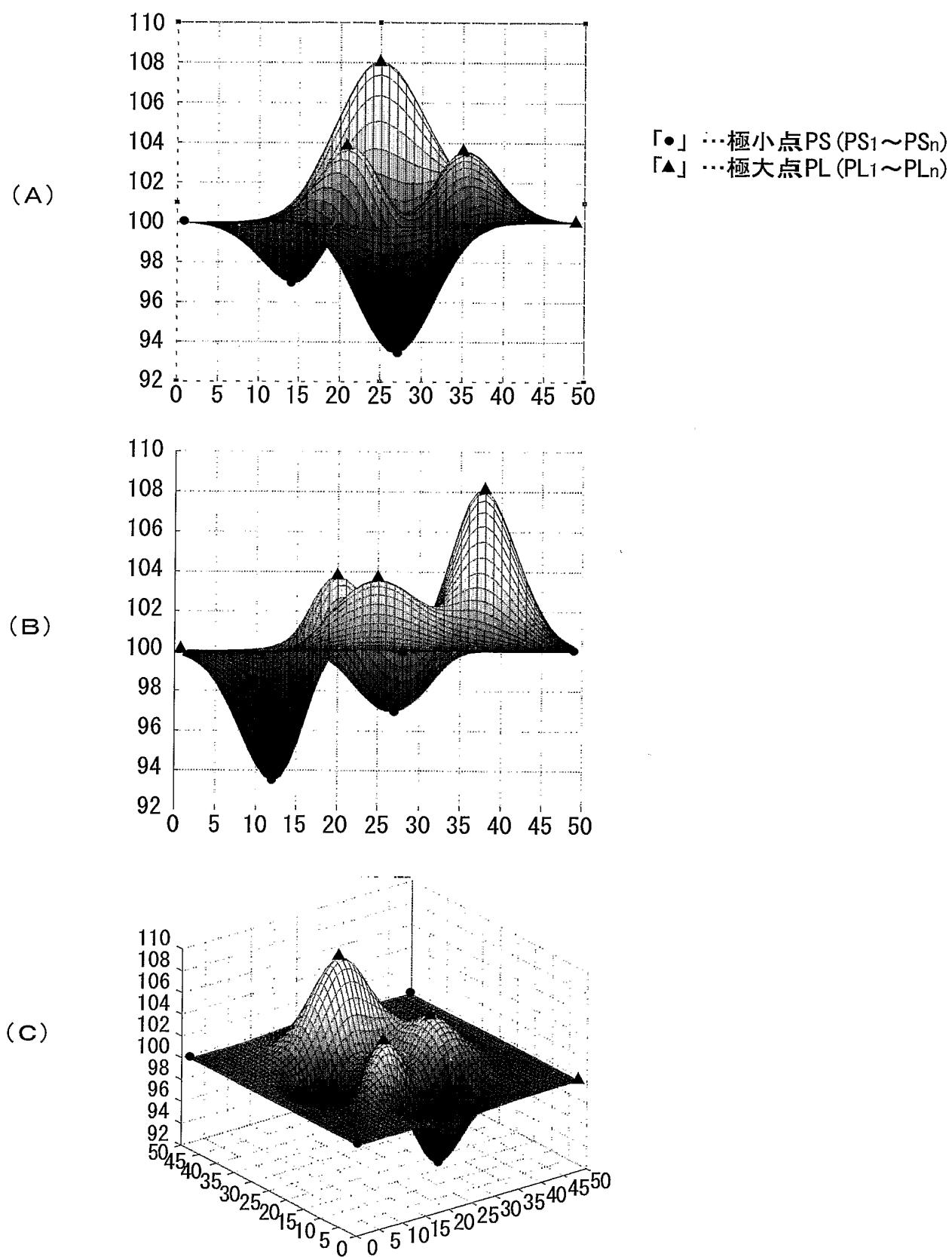


図 4-3

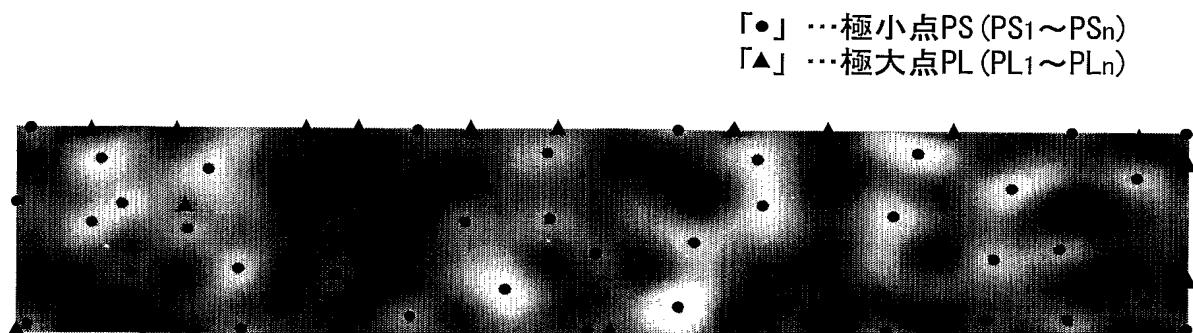


図 4 2

	データ範囲	データサイズ
極小点又は極大点の位置 ( $x_p, y_p$ )	0 ~ 1023	$2 \times 16\text{bit}$
輝度値	0 ~ 255	8bit
	計	40bit

図 4 4

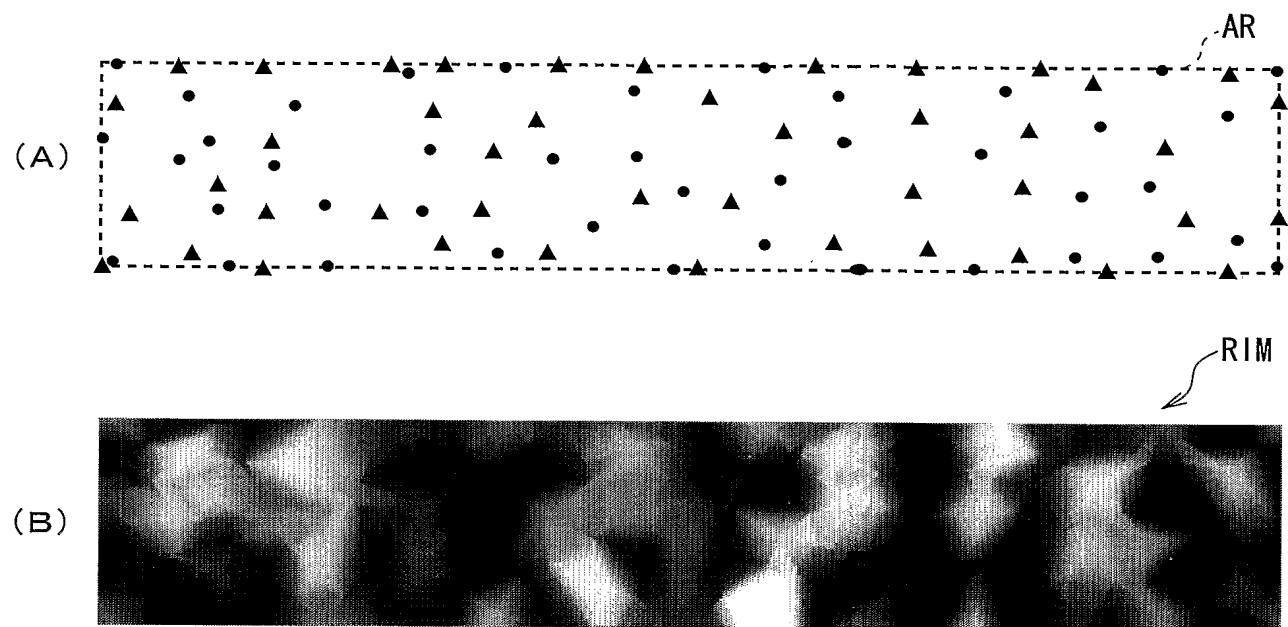


図 4-5

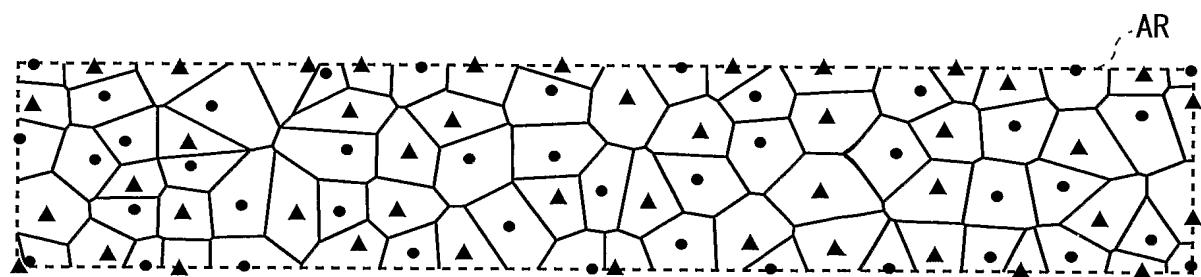


図 4-6

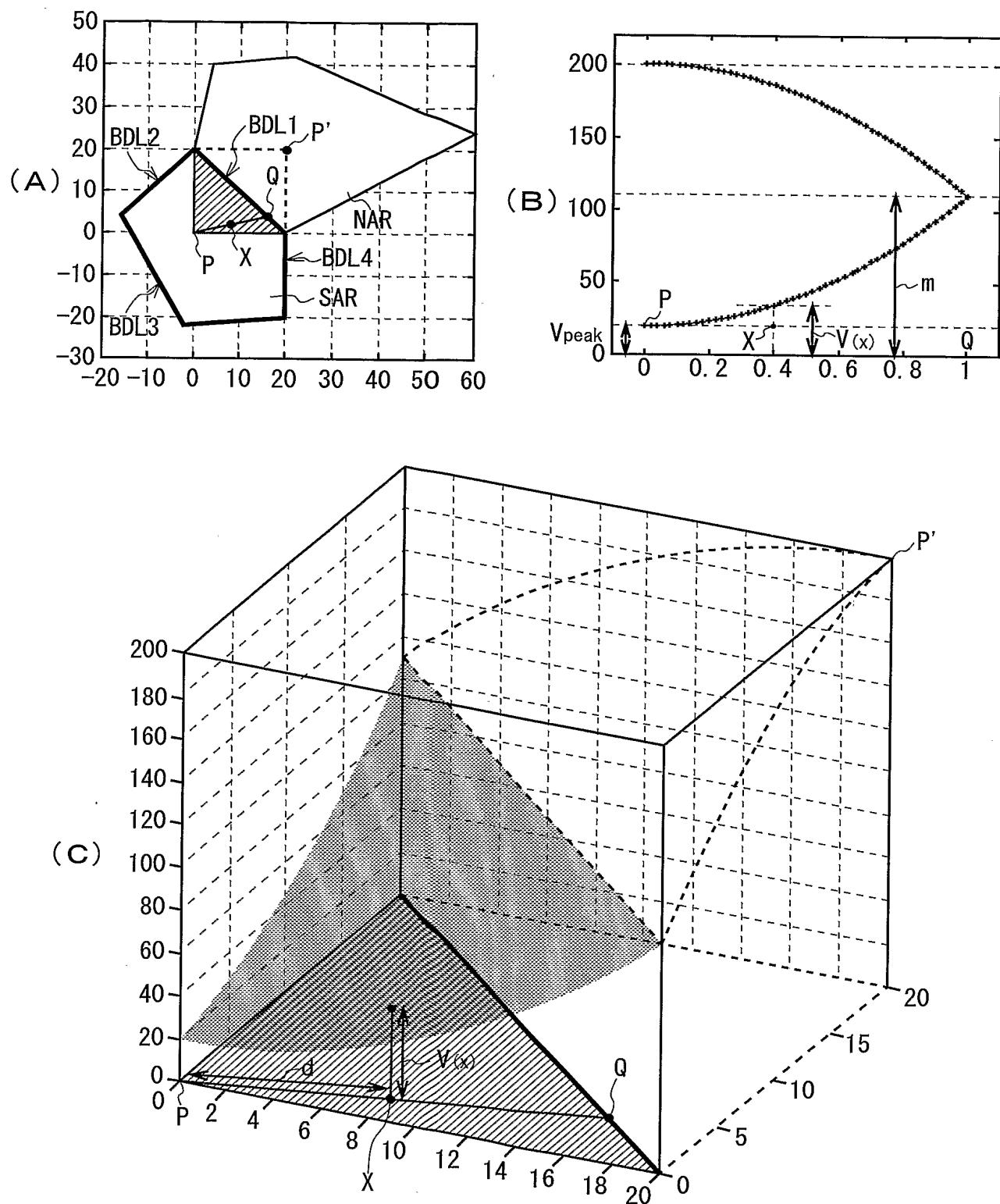


図 4-7

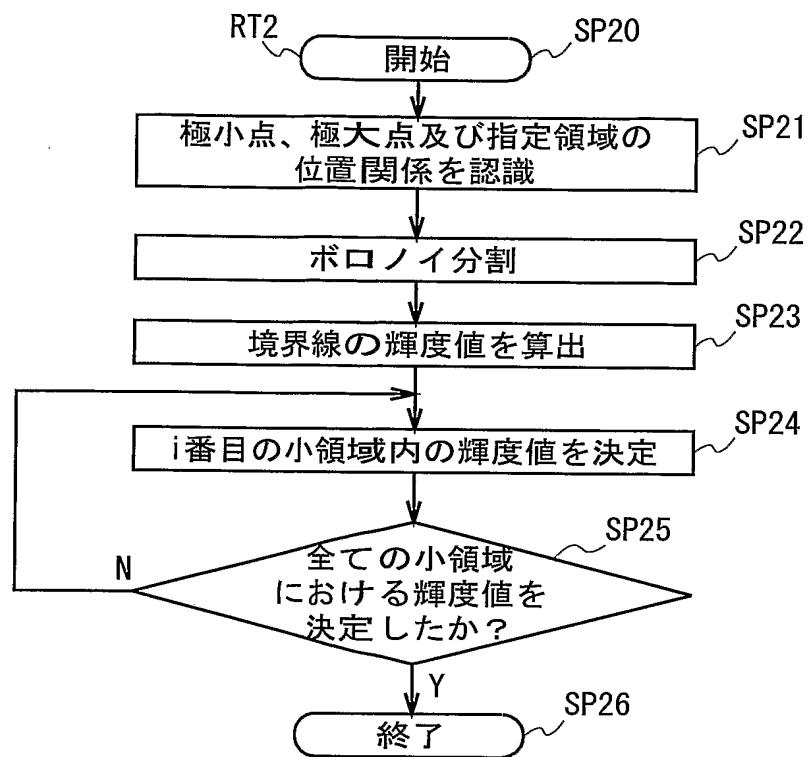


図 4 8

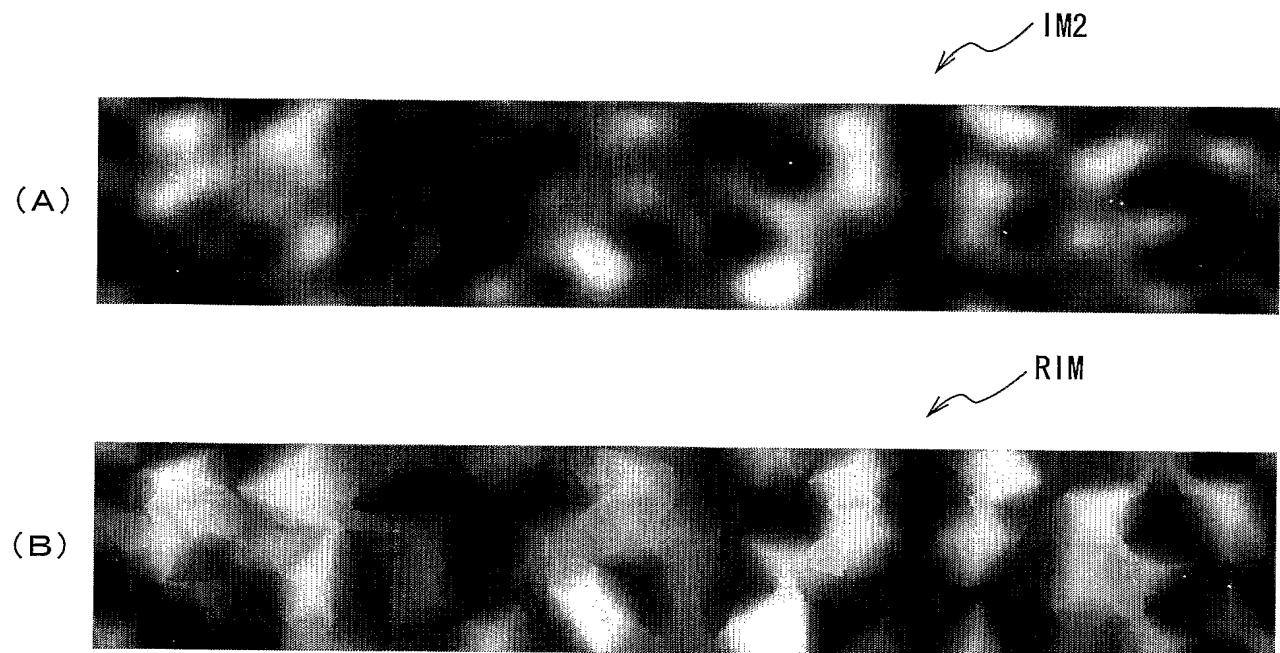


図 4-9

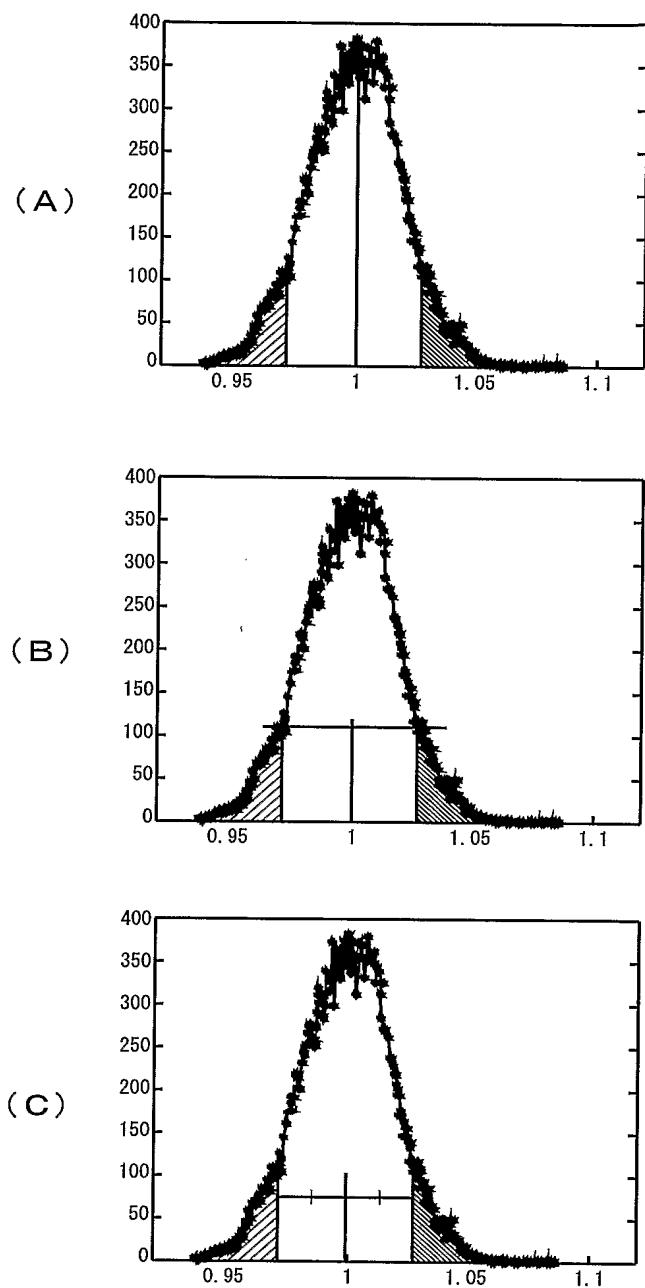


図 50

## 符 号 の 説 明

1 ……不正複製防止装置、 2 ……制御部、 4 ……スキャナ部、 4 a ……コードリーダ、 5 ……プリンタ部、 11 ……低域周波数成分抽出部、 12 ……画像分離部、 13 ……領域区割部、 14 ……紋様パターン抽出部、 15 ……2次元コード変換部、 16 ……照合部、 D1 ……紋様画像データ、 D2 ……認証用紋様コードデータ、 D3 ……比較用紋様画像データ、 D4 ……印画内容画像データ、 D11 ……低域紋様画像データ、 D12 ……白成分紋様画像データ、 D13 ……黒成分紋様画像データ、 D14 ……白ダマデータ、 D15 ……黒ダマデータ、 D16 ……認証用紋様パターンデータ、 D26 ……比較用紋様パターンデータ、 O P ……オリジナル印画紙、 X P c ……コード付印画紙、 A R ……指定領域、 B C ……認証用紋様コード、 I M 1 ……領域紋様画像、 I M 2 ……低域紋様画像、 W I M ……白成分紋様画像、 B I M ……黒成分紋様画像、 W D (W D<sub>1</sub> ~ W D<sub>n</sub>) ……白ダマ、 B D (B D<sub>1</sub> ~ B D<sub>n</sub>) ……黒ダマ

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/001176

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int.Cl<sup>7</sup> H04N1/40, B41J5/30, G03G21/04, G06T1/00, H04N1/387

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H04N1/40, B41J5/30, G03G21/04, G06T1/00, H04N1/387

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2003-44257 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 14 February, 2003 (14.02.03), Full text; all drawings (Family: none)	1,7,9 2-6,8,10-33
A	JP 2003-319170 A (Makueni Inc.), 07 November, 2003 (07.11.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-33
A	JP 2001-319257 A (Director General of Printing Bureau, Ministry of Finance), 16 November, 2001 (16.11.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-33

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
Date of the actual completion of the international search 18 April, 2005 (18.04.05)	Date of mailing of the international search report 10 May, 2005 (10.05.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2005/001176

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-309157 A (NTT Data Corp.) , 02 November, 2001 (02.11.01) , Full text; all drawings (Family: none)	1-33

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int.Cl.<sup>7</sup> H04N1/40, B41J5/30, G03G21/04, G06T1/00, H04N1/387

B. 調査を行った分野  
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int.Cl.<sup>7</sup> H04N1/40, B41J5/30, G03G21/04, G06T1/00, H04N1/387

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	JP 2003-44257 A (大日本印刷株式会社) 2003.02.14, 全文、全図 (フ アミリーなし)	1, 7, 9 2-6, 8, 10-33
A	JP 2003-319170 A (マークエニー・インコーポレイテッド) 2003.11.07, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-33
A	JP 2001-319257 A (財務省印刷局長) 2001.11.16, 全文、全図 (フ アミリーなし)	1-33

■ C欄の続きにも文献が列挙されている。

■ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示す  
もの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日  
以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行  
日若しくは他の特別な理由を確立するために引用す  
る文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって  
出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論  
の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明  
の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以  
上の文献との、当業者にとって自明である組合せに  
よって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18.04.2005

国際調査報告の発送日

10.5.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

5V 9745

加内 慎也

電話番号 03-3581-1101 内線 3571

C (続き) . 関連すると認められる文献		関連する 請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
A	JP 2001-309157 A (株式会社エヌ・ティ・ティ・データ ) 2001.11.02, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-33